

**“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»**

МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

**Аналіз впливу різних факторів на параметри якості внутрішніх
різьб**

Виконав: Куник Іван Іванович

Науковий керівник Добрянський С.С.

2019

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	8
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РІЗЬБУ ТА СПОСОБИ ЇЇ	
ОТРИМАННЯ	8
1.1 Типи різьб та позначення їх на кресленнях. Допуски різьб	8
1.2 Взаємозамінність різьбових деталей	12
1.3 Кінетостатика нарізання різьб	14
1.4 Фізичні параметри процесу нарізання різьб	18
1.5 Промислові методи нарізання різьб	20
1.6 Основні відомості про процес різьбо видавлювання	25
2. ПРОБЛЕМИ НАРІЗУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РІЗЬБИ МІТЧИКАМИ	34
2.1 Загальні відомості про мітчики	34
2.2 Основні проблеми процесу нарізання різьби мітчиками	38
2.3 Викришування ріжучих кромek мітчиків	40
2.4 Аналіз затилувальних кривих	42
2.5 Причини поломок мітчиків	43
2.6 Точність різьбо нарізання	44
2.7 Причини викришування машинних мітчиків	45
2.8 Способи затилування забірних конусів мітчиків	53
3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕСИ ТА	
ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ВНУТРІШНІХ РІЗЬБ	62
3.1 Схема впливу різних факторів на середній діаметр різьби яка нарізується	
мітчиком.....	62
3.2 Вплив кута нахилу різальних кромek на передні кути мітчиків	68
3.3 Залежність передніх кутів різальної частини мітчиків від параметрів	
заточки	71
4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	76
ДОДАТОК 1	80
ДОДАТОК 2	81

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з змісту, вступу, чотирьох розділів, списку використаної літератури та додатків. Дисертація містить 81 сторінку тексту, 29 рисунків та 2 таблиць.

Актуальність теми. Внутрішні різьби найчастіше застосовують для з'єднання різних деталей та вузлів машин. Особливо широко застосовують внутрішні різьби малих діаметрів М6-М16. Незважаючи на широке застосування при виготовленні таких різьб виникають проблеми щодо забезпечення високої точності, низької шорсткості, продуктивності, тощо.

Метою роботи є підвищення продуктивності при нарізанні внутрішніх різьб мітчиками.

Завдання дослідження. Проаналізувати вплив різних факторів на процес нарізування різьб мітчиками.

Об'єкт дослідження – процеси виготовлення внутрішніх різьб малих діаметрів.

Предмет дослідження – Поліпшення якості та продуктивності нарізування різьб мітчиками.

Наукова новизна - Запропоновано оптимальні геометричні параметри мітчиків для підвищення продуктивності та якості різьб, при нарізанні різьби мітчиками.

Практичне значення – запропоновано оптимальні геометричні параметри мітчиків які дозволяють як найкраще використовувати можливості мітчиків.

Публікації

Добрянський С.С., Куник І.І. Вплив кута нахилу різальних кромок на передні кути мітчиків. *Materialy XV miedzynarodowej naukowí-praktycznej konferencji. Perspektywi czneopraco waniasa nauka Itechnikami* – 2019. Volume 10. *Przemysl. Nauka I studia*, 2019.

Добрянський С.С., Куник І.І. Залежність передніх кутів різальної частини мітчиків від параметрів заточки.

ABSTRACT

Actuality of theme. Inner threads are often expanded to connect various machine parts and products. Especially widely expand the internal threads of small diameters M6-M16. Despite the widespread use in the preparation of these threads, there are problems associated with high accuracy, low roughness, productivity, technology.

The method of operation is the highest productivity when cutting inland river taps.

Objectives of the study. Analyze the various factors behind the tapping process. About the project is the manufacture of small threads of small diameters.

Subject of research - Improvement of condition and productivity of tapping of threads by taps.

Scientific News - The best geometric parameters of taps are proposed for greater productivity and fluid performance when tapping.

Practical value - Optimal geometric parameters of taps are proposed to make the best valid taps possible.

Publications

Dobriansky SS, Kunik II Influence of inclination of cutting edges on the front corner of taps. Materials XV międzynarodowej naukowii-praktycznej conference. Perspektywi czneopraco waniaa nauka Itechnikami - 2019. Volume 10. Przemysl. Science I Studio, 2019.

Dobriansky SS, Kunik II Statement of reliability of the transitional angles of the cutting part of the michi from the top sharpening.

ВСТУП

Інструментальна промисловість виготовляє велику кількість складного різьбонарізного інструмента широкої номенклатури. Його доля в загальному випуску метало ріжучого інструмента складає 15,4%.

В число цих інструментів входять ручні і машинні мітчики, круглі плашки, різьбові фрези, різьбонарізні і різьбонакатні головки накатні плашки і інші.

Найбільша питома вага в випуску різьбонарізного інструмента займають мітчики - 60%. Це пояснюється наступним. Левова частка різьбових з'єднань базується на використанні кріпильних різьб в діапазоні діаметрів від 6 до 30мм. Для отримання внутрішніх різьб цих розмірів мітчик являється єдиним видом інструмента, цілеспрямованим для промислового використання. Тому найбільше число різних пропозицій направлене на вдосконалення мітчиків.

Основними напрямками цих робіт являються:

1. Розробка нових геометричних параметрів заточки і покращення форми стружки вивідних канавок;
2. Використання нових схем різання;
3. Використання нових видів матеріалів швидкоріжучих сталей і твердих сплавів

В даний час інструментальні заводи випускають мітчики з середніми значеннями геометричних параметрів. Задній кут по заборному конусу отримується затилюванням і складає не більше 5-6°.

Стружка вивідні канавки, як правило, робляться прямими. Але такі геометричні параметри мітчика далеко не завжди являються оптимальними. Це свідчить що геометричні параметри мітчиків повинні вибиратись в залежності від конкретних умов обробки. Тому середні значення геометричних параметрів мітчиків не можуть являтись оптимальними в багатьох випадках.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РІЗЬБУ, ТА СПОСОБИ ЇЇ ОТРИМАННЯ

1.1. Типи різьб та позначення їх на кресленнях. Допуски різьб

У машинобудуванні використовують такі різьби: стандартні, циліндричні і конічні різьби різних типів, які відрізняються параметрами та призначенням : дюймова, трубна циліндрична, трубна конічна, трапецеїдальних, метрична, упорна, кругла і інші. Для трубних та метричних різьб з крупним кроком крок різьби не вказується . В інших випадках крок різьби позначають.

Метрична різьба з великим кроком по стандарту умовно позначається буквою Мі номінальним діаметром (наприклад, М16, М20). З дрібним кроком метрична різьба позначається буквою М, номінальним діаметром і кроком за допомогою знака \times (наприклад, М16 \times 1,5; М20 \times 2). Після умовного позначення для лівої різьби вживають літери LH, наприклад, М24LH. Для багато західних різьб крім основних позначень М, d, Р (крок) Повинні мати Числове значення хода, а в дужках букву Р і Числове значення кроку різьби. Наприклад, М24 \times 3 (Р1) - де 3 - хід, 1 - крок у мм. Профіль метричної різьби - трикутник з кутом 60° при вершині.

Метрична різьба є найрозповсюдженішою кріпильною різьбою. Вона має таку назву тому, що всі розміри даної різьби задаються в міліметрах(на відміну від дюймової різьби, розміри якої задаються в дюймах). Вершини впадин та витків в метричної різьби притуплені по дузі кола або по прямій, по впадинах та вершинах утворений зазор. Конструкція метричної різьби полегшує її обробку, в умовах виконання складальних робіт зменшує концентрацію напружень та запобігає пошкодженню різьби.

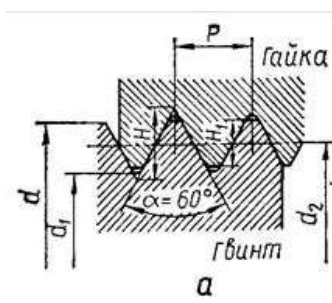


Рис1.1 - Геометричні параметри метричної різьби

Метрична різьба характеризується такими основними геометричними параметрами: d – зовнішній (номінальний) діаметр різьби; d_1 – внутрішній діаметр; d_2 – середній діаметр (діаметр уявного циліндра, поверхня якого перетинає витки різьби по висоті так, що ширина витка дорівнює ширині впадини); P – крок різьби (відстань між однойменними сторонами двох сусідніх витків, виміряна в напрямі осі гвинта); $H = 0.866P$ – теоретична висота профілю витка різьби;

$H_1 = 0.541P$ – робоча висота профілю, на якій дотикаються витки гвинта і гайки; n – число заходів різьби (для кріпильних метричних різьб $n = 1$) і ψ – кут підйому гвинтової лінії різьби по її середньому діаметру, що визначається за співвідношенням

$$\operatorname{tg} \psi = Pn / (\pi d_2)$$

Метричні різьби бувають з нормальним або малим кроком. Так, для різьби із зовнішнім діаметром $d = 20$ мм стандартами, крім різьби з нормальним кроком $P = 2,5$ мм, передбачені різьби з малими кроками: 2; 1,5; 1,0; 0,75 і 0,5 мм. При зменшенні кроку відповідно зменшується глибина різьби та кут підйому гвинтової лінії ψ . Позначення метричної різьби: M20 – метрична різьба з нормальним кроком і зовнішнім діаметром $d = 20$ мм; M20 x 1,5 – метрична різьба з малим кроком витків $P = 1,5$ мм і зовнішнім діаметром $d = 20$ мм.

Основні геометричні параметри метричних різьб регламентовані стандартами ГОСТ 9150–81, ГОСТ 8724–81 та ГОСТ 24705–81.

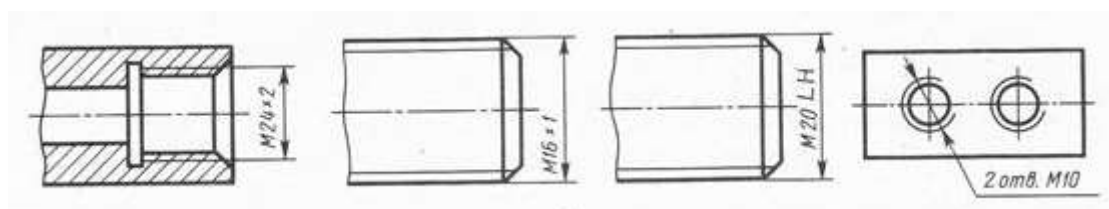


Рис 1.2 - Позначення метричної різьби на кресленнях

Дюймова різьба стандартизована, але такий тип різьби використовується тільки при ремонті. Дюймова різьба має профіль трикутника з кутом 55° при

вершині. Діаметр різьби вимірюється в дюймах. Один дюйм (1 ") дорівнює 25,4 мм.

Трубна циліндрична різьба в основному застосовується для з'єднання, газо- і водопровідних труб. Профіль трубної циліндричної різьби - трикутник з кутом 55° при вершині. Западини і вершини закруглені. Діаметр різьби вимірюється в дюймах. Наприклад, G1 ". Позначення це умовне, так як вказується діаметр не різьби, а отвору в трубі (умовний прохід при певній товщині стінки).

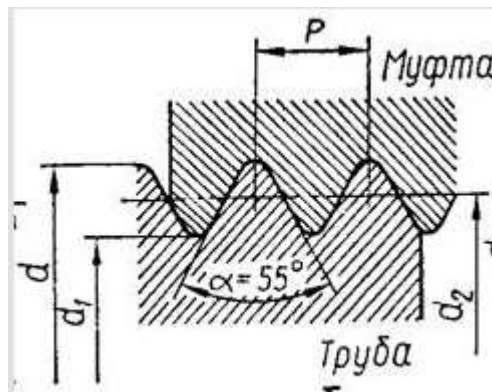


Рис. 1.3 - Геометричні параметри трубної різьби

Оскільки трубна різьба має нарізується на трубі з малою товщиною стінки то такий тип різьби має малий крок витків. За номінальний діаметр трубної різьби приймають внутрішній діаметр труби. Зовнішній діаметр трубної різьби в дійсності більший від номінального на дві товщини стінки труби.

Для трубної різьби у міжнародних стандартах зберігається дюймове вимірювання. В технічній документації трубна різьба позначається так: Трубн. 2" кл.2 – трубна різьба із номінальним діаметром 2 дюйми за другим класом точності.

Трубну різьбу можна нарізувати також на конічній поверхні для досягнення високої щільності з'єднання. Приклад позначення конічної трубної різьби – K 3/4*.

Нині замість трубних різьб часто застосовують метричні різьби з малим кроком витків.

Трубна конічна різьба також застосовується в тих випадках, коли потрібна підвищена герметичність з'єднання труб в зв'язку з великим тиском газу і рідин.

Профіль різьби - трикутник з кутом 55° при вершині. Його бісектриса перпендикулярна осі конуса, а конусність дорівнює 1:16.

Умовний розмір трубної конічної різьби, а також її діаметри вимірюються в основній площині. Основна площина - це площина, перпендикулярна осі труби і розташування якої збігається з торцем деталі, має внутрішнє різьблення.

Кругла різьба зручна для виготовлення витисканням або накатуванням на пластмасових деталях або тонкостінних металевих деталях, а також відливанням на чавунних, скляних, пластмасових та інших виробках. Профіль витків круглої різьби утворюється спряженими дугами кіл, а кут профілю $\alpha = 30^\circ$.

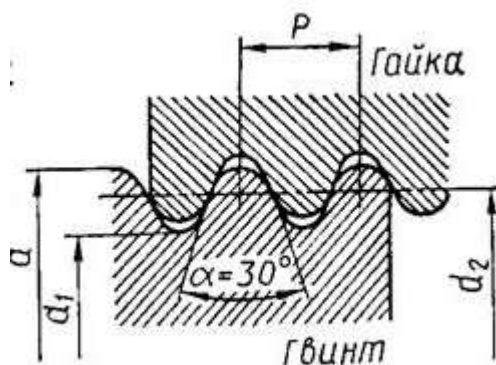


Рис. 1.4 - Геометричні параметри круглої різьби

Даний тип різьби має обмежене застосування, і в основному він використовуються для деталей, що часто згвинчуються та відгвинчуються в умовах забруднення (пожежна арматура, вагонні стяжки, цоколі електроламп та ін.). Параметри круглої різьби регламентовані ГОСТ 6042–83.

Допуски різьб. Основну тенденцію в області допусків кріпильних різьб відображає проект ІСО №979-981. Для різьб 2 і 3 класів точності проект передбачає наявність гарантованого зазора в різьбовому з'єднанні, розширення допуску на середній і внутрішній діаметр різьби гайок, а також розширення допусків по мірі збільшення довжини згвинчування. Все це добре узгоджується з практикою різьбо утворення.

Враховуючи переваги різьбових з'єднань з гарантованим зазором по середньому діаметру (ГОСТ 10191-62): забезпечує 100 % збираємості в умовах автоматизованого збирання, підвищення циклічності міцності, робото здатності

при високих температурах і створення умов для антикорозійних покриттів цей вид посадок можна рекомендувати для широкого використання в машинобудуванні.

При повній заміні ковзаючої посадки для різьб 2 і 3 класів точності посадкою з зазором що скоротить номенклатуру різьбо утворюючого і вимірювального інструменту.

1.2. Взаємозамінність різьбових деталей

Взаємозамінність різьбових деталей являється одною з найбільш складних виробничих проблем. Складність її полягає в необхідності врахування відхилень розмірів багатьох елементів: зовнішнього, середнього, і внутрішнього діаметрів, половини кута профіля і кроку різьби. Для цих відхилень існує загальний критерій –приведений середній діаметр. Як показав досвід, використання цього критерія забезпечує рішення задачі взаємозамінності, однак не виключає пропуск деталей з надмірно великими відхиленнями розмірів елементів різьби. У таких деталей поверхні різьби вала і отвору контактують окремими невеликими ділянками. При навантаженні цих ділянок отримуються великі питомі навантаження, внаслідок чого поверхневі шари пластично деформуються і в різьбовому з'єднанні виникають люфти, небезпечні для виробів. Щоб передбачити ці явища, в складальних цехах використовують підсиленні затяжки. Але і ці заходи не завжди забезпечують надійність різьбових деталей. Тому на ряду з вимогами забезпечення взаємозамінності по приведеному середньому діаметру в виробництві вводять обмеження і в відхиленнях елементів різьби. Ці рішення виявились достатніми для різьбових з'єднань з ковзаючою посадкою. Досліди А.І. Якушева показали, що відповідальні різьбові з'єднання без збитків для міцності виконуються з розширеними допусками по середньому діаметру. [1]

Більш важкими виявились задачі, зв'язані з різьбовими з'єднаннями з натягом. Ці з'єднання повинні забезпечувати гарантовані величини крутних моментів вигвинчування валів з отворів. В різьбових з'єднаннях з натягом необхідно розрізняти крутні моменти вгвинчування і вигвинчування. Різниця між ними значно залежить від відхилень елементів різьби.

Існує аналітична залежність, яка дозволяє визначити крутний момент вигвинчування сталених шпильок в алюмінієві корпуси для випадку, коли профілі згвинчуємих різьб не мають відхилень елементів:

$$M_{кр}=0,125 \cdot C \cdot F \cdot f \cdot i, \quad (1.1)$$

Де F - поверхня контакту;
 f - коефіцієнт тертя;
 i - натяг по середньому діаметру;
 C – константа матеріалу.

В результаті великої кількості експериментальних згвинчувань було встановлено, що відхилення кроку і половини кута профілю знижують крутний момент. Особливо сильно знижують крутний момент відхилення форми профіля різьби: зворотня конусність по середньому діаметру різьби шпильок $\delta=-20\text{мк}$ знижує крутний момент на 42-50% і овальність -20мк. – на 45-50%.

Оцінка якості різьби по приведеному середньому діаметру являється недоцільною. Посадки, виконанні по приведеним середнім діаметрам, показали зниження крутного моменту в 2-2,5 рази в порівнянні з теоретично можливими при точному виконанні різьби.

Розвиток техніки, поява нових матеріалів підвищеної міцності висунули нові задачі оброблюваності при нарізанні різьби. Для рішення проблем різьбо нарізання проводяться випробування, які можна віднести до наступних розділів технологічної науки:

1. Кінетостатика нарізання різьб(сили різання і крутні моменти при нарізанні різьб)
2. Фізичні параметри процесу нарізання різьб

При дослідженні умов промислового нарізання різьб встановлено, що найбільшою продуктивність мають процеси, в яких зняття стружки протікає з найменшим числом переривів, а довжина ріжучих кромок інструменту максимальна. Найбільша кількість дослідів присвячена процесам нарізання різьб інструментами високої продуктивності і високої точності. Такі властивості має ріжучий інструмент з забірним конусом і калібруючи ми зубцями, які

виправляють похибки, які виникають в результаті зношення ріжучих зубців забірної частини.

1.3. Кінетостатика нарізання різьб

Сили різання, діючі на ріжучі зубці, можна розкласти на три осі координат: вісь x направлену вздовж осі виробу; вісь y , направлену по радіусу виробу, і вісь z , направлену перпендикулярно до площини ХУ (тангенціально). Відповідні складові будуть P_{xi} ; P_{yi} ; і P_{zi} . Складова сила P_{xi} може бути перенесена на вісь x мітчика, і, відповідно, замість P_{xi} можна розглядати осьову силу P'_{xi} і крутний момент, діючий в площині ХУ:

$$M_x = P_{xi} \cdot R_i, \quad (1.2)$$

Де R_i – радіус обертання ріжучого зубця.

Точка прикладання складової сили P_{zi} також може бути перенесена на вісь x і її дійсно можна уявити як дію сили P_{zi} і моменту M_z , діючого в площині yz .

Складова сила P_{yi} діє безпосередньо на вісь x , вона створює момент M_y відносно опори мітчика. Цей момент діє в площині ХУ.

Сума всіх осьових сил, викликаних різанням зубцями мітчика, визначається за формулою:

$$P_x = \sum^k P'_{xi}, \quad (1.3)$$

Де k - кількість зубців які приймають участь в різанні.

Направлення сумарної осьової сили P_x залежить від ступеня затуплення мітчика: в гострого мітчика ця сила діє по направленню до хвостовика, по мірі затуплення ця сила зменшується, її направлення може змінюватись на прямо протилежне.

При ручному нарізанні в початковий період роботи(гострим мітчиком) необхідно прикласти до мітчика зовнішню силу, виконуючи умову:

$$P_o \approx P_x$$

При машинному нарізанні до суми складових $\sum^k P_{xi}$ додаються зовнішні осьові сили і сили тертя в елементах, які приймають крутні моменти M_x ; M_y і M_z .

Направлення цих сил протилежне руху мітчика. Відповідно, при машинному нарізанні різьби до мітчика необхідно прикласти силу, яка визначається за формулою:

$$P_o = P_x + T_{\text{под}} + T_m \quad (1.4)$$

Де $T_{\text{под}}$ і T_m – відповідно сили тертя в елементах подачі і в елементах, які приймають крутний момент.

В початковий період роботи мітчика(на перших стадіях затуплення ріжучих зубців) сила P_o направлена з отвору. Ця сила виштовхує мітчик, який прижимається до бокових сторін нарізаємих витків різьби.

Площа контакту по боковій стороні мітчика в процесі нарізання зростає від нуля до величини, близької до площі трапеції. Площа контактної поверхні в залежності від числа витків мітчика, які приймають участь в контакті, може бути виражена в вигляді інтеграла:

$$F = C \int_0^{knt} y dx, \quad (1.5)$$

Де F – Площа опорної поверхні, мм^2 ;

K - число перів мітчика, які вступили в контакт;

τ – товщина стружки, мм ;

n – число витків мітчика, які приймають участь в контакті;

C – коефіцієнт, який враховує проекцію площі на бокову поверхню зуба, визначається:

$$C = \frac{1}{\cos(\frac{\alpha}{2} \pm \varphi)}, \quad (1.6)$$

Де α – кут профілю різьби, град.;

φ – кут забірнього конуса, град.

Якщо knt приймає значення

$$knt > btg\alpha_3 \quad (1.7)$$

Де b – ширина пера, мм ;

α_3 - кут затилування забірної частини,

тоді для розрахунків використовують вираз:

$$F = C \left[\int_0^{btg\alpha_3} \frac{x}{tg\alpha_3} dx + b \int_{btg\alpha_3}^{kn\tau} dx \right] \quad (1.8)$$

Граничною умовою при визначенні площі буде рівність:

$$kn\tau = \frac{d_0 - d_{отв}}{2 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cos\left(\frac{\alpha}{2} \pm \varphi\right) \quad (1.9)$$

Де d_0 - зовнішній діаметр різьби мітчика, мм;

$d_{отв}$ – діаметр отвору під різьбу, мм.

Якщо питомий тиск на опорних(контактних) поверхнях ріжучих зубців перевищує границю міцності матеріалу деталі, то починається різання боковою кромкою зубців, не призначених для різання.

На боковій кромці зуба виникають сили різання, осьові складові цих сил, направлені в сторону переміщення мітчика, компенсують осьову силу P_x . Ця рівновага порушується при врізанні наступного ріжучого зубця і негайно відновлюється додатковим різанням боковими кромками всіх ріжучих зубців, які приймають участь в процесі різання. Внаслідок чого на передній стороні профіля появляются уступи.[2]

Після врізання забірної частини і при вході калібруючої опорна поверхня продовжує збільшуватись, що супроводжується зменшенням питомих тисків на бокових сторонах і зменшує величини шару, зрізаємого боковою кромкою.

Ступінчасті зміни кінетостатичних показників приводить до зміни положення мітчика; моменти повертають, а сили P_y зміщують мітчик з осі обертання . Відбувається планетарне обертання ріжучих кромки мітчика, вісь якого розташована під кутом до осі нарізаємого отвору. Внаслідок чого різьбовий отвір розбивається.

Геометричні розміри різьби(і їх відхилення) значно залежать від схеми різання, яка в процесі нарізання різьби безперервно змінюється. Отже, відхилення різьби від перших витків до останніх в отворі різні. В результаті дослідів розроблена методика аналітичних розрахунків, пристрої і методика вимірювання крутних моментів і осьових сил при нарізанні різьб з забірною частиною. Встановлений зв'язок кінетостатики з точністю нарізаємої різьби.

Відхилення різьби по кроку (розтяг і стиск) і по профілю (розбивання по середньому діаметру і конусність) зв'язані з силами різання і їх моментами які в процесі різання змінюються.

Вплив затуплення ріжучих зубців на крок нарізаємої різьби вивчалось при нарізанні різьби на шпильках різьбонарізними головками з круглими плашками. Встановлено, що зношення змінює форму леза, а відповідно, і напрямлення осьової складової. При зносі змінюється також відношення складових сил різання і їх величини. Направлення осьової складової в зношеного зуба змінюється на прямо протилежне. Тому крок різьби стає розтягнутим. Спочатку різання, коли різьбові плашки були гострими, крок різьби був стиснутий на 0,05мм. Потім величина стиснення поступово зменшувалась. По мірі затуплення плашки крок різьби у деталей почав збільшуватись і при нарізанні затупленими плашками складав 0,8мм. Тому при нарізанні різьб для запобігання похибок кроку зношення значно обмежують.

В процесі дослідів встановлені міри, які забезпечують отримання точних кроків різьб:

- нарізання різьб по «жорсткому» різьбовому копіру;
- нарізування різьб з використанням компенсуючих пристроїв з пружинами;
- нарізування різьб з використанням компенсуючих пристроїв, заснованих на використанні крутних моментів.

Копіювальні пристрої нерідко мають недостатню жорсткість в осьовому напрямленні, що не забезпечує нейтралізацію шкідливого впливу осьових сил. Для ходових гвинтів існує велика кількість упорних підшипників, призначення яких – збільшення осьової жорсткості. Але, як показали досліді, використання упорних підшипників для умов нарізання різьб не досягає мети.

Кращі результати дає використання компенсаційних пристроїв з короткими пружинами, які підібрані так щоб забезпечити необхідне осьове зусилля натиску на мітчик при примусовій подачі.

Компенсаційний пристрій, в якому використовуються крутні моменти які розвиваються при врзанні інструменту. В цьому пристрої мітчик закріплюється

жорстко в скалці, яка встановлена по ковзаючій посадці в задній бабці(замість пінолі) токарного верстата. Співвісність скалки і шпинделя вивіряють з високою точністю за допомогою індикатора годинникового типу, розташованих в двох площинах, перпендикулярно до вісі. Деталь закріплюється в шпинделі верстата. Для запобігання прокручування скалки на ній закріплюють ричаг, який опирається вільним кінцем, на який надітий шариковий підшипник, на нахилену площину.

На нахилену площину ричаг створює тиск який визначається за формулою:

$$Q = \frac{M_{кр}}{L} = \frac{\sum^i P_{zi}R}{L}, \text{ кг} \quad (1.10)$$

Осьова складова цієї сили P'_x пропорційна величині Q:

$$P'_x = \frac{\sum^i P_{zi}R}{L} \sin\delta \cos\delta, \quad (1.11)$$

Де P'_x – осьова сила, яка штовхає мітчик в сторону його врізання;

Q – тиск ричага на нахилену площину;

L – довжина ричага;

δ – кут нахилу нахиленої площини;

Значення L і δ підбирають такої величини, щоб виконувалась рівність осьових сил: $P_x = P'_x$.

Даний пристрій при відомих умовах (обмежені зношення мітчика) забезпечує найвищу точність різьбового отвору. Як показали досліди компенсація осьових сил при нарізанні різьби можлива, якщо ввести праву спіраль для стружки вивідних канавок мітчиків з правою різьбою і бочкоподібними зубами на ведучій частині з можливо меншим числом калібруючи ниток при малому затилуванні по профілю і з невеликим зменшенням середнього діаметра ведучої частини.

1.4. Фізичні параметри процесу нарізання різьб

Процес нагрівання мітчика приводить до значних деформацій елементів різьби. При цьому відбувається ще й скручування (кут закручування у мітчика

M10 на довжині робочої частини досягає 5-12°, що змінює крок різьби на 0,04мм) являється причиною затирання, заклинювання і поломки інструменту.

В результаті дослідів були встановлені стійкісні залежності для безканавочних мітчиків. В дослідженнях зроблена спроба аналітичного визначення сил, діючих на мітчик при наступних умовах:

1) Сила діюча на передню поверхню

$$P_{nn} = \tau \frac{\varepsilon - 2\varepsilon \sin(\gamma + 1)}{\varepsilon \cos \gamma} ab, \quad (1.12)$$

$$\text{Де } \tau = A_{2,5}^m - A_{2,5} = \text{const}$$

ε – усадка стружки;

γ - передній кут;

2) Сила діюча на задню поверхню:

$$P_{zp} = 105,5 p \Sigma l, \quad (1.13)$$

Для розрахунку сил і моменту достатньо визначити середню величину поперечної усадки стружки, величину нестандартної механічної характеристики метала $A_{2,5}$, площу шару, зрізаемого всіма ріжучими зубцями мітчика, і сумарну довжину ріжучих кромок.

Результати випробувань стійкості різьбонарізного інструменту показали значний вплив на процес різання зовнішнього діаметра мітчика і діаметра отвору під різьбу. Зовнішній діаметр мітчика визначає умови різання вершин ріжучих зубців, близьких до калібруючих, у цих зубців спостерігається найбільше зношення. Це пояснюється тим що вони мають найбільшу швидкість різання, а умови підводу до них МОР і умови тепловідводу погіршені.

Встановлено що зносостійкість різьбових зубців залежить від довжини леза, ця залежність гіперболічна. Збільшенням стійкості леза можна досягти, зменшенням зовнішнього діаметру мітчика і збільшуючи його середній діаметр.

Внутрішній діаметр різьби визначають діаметром отвору під різьбу. Звичайно при нарізанні різьб в жароміцних і нержавіючих матеріалах діаметри отворів під різьбу збільшують. При нарізанні різьб в таких матеріалах, так як і в

других матеріалах високої пластичності, метал заготовки, видавлюється в проміжок між внутрішнім діаметром мітчика і поверхнею отвору під різьбу, заклинюється, приварюється до бокових поверхонь мітчика і виводить його з ладу. В даний час в промисловості передбачено збільшення діаметру отвору.

1.5. Промислові методи нарізання різьби

Способи виготовлення різьби удосконалюються на протязі багатьох віків. Від ручного випилювання трьох граним напилком по розмітці зовнішніх різьб і мітчиків, якими потім нарізувались внутрішні різьби, від виливків різьб і їх наступної притирки вручну, здійснювалось в кінці XV ст. Леонардо да Вінчі, до нарізання різьб на токарних верстатах Нартова в першій половині XVIII ст. до масового нарізання різьб на деталях в наші дні.

Таблиця 1 дає загальні представлення про методи виготовлення різьб, традиційно встановленими методами в промисловості, в залежності від масштабів виробництва. Уніфікація різьбових деталей і організація групового потоку дозволяють в індивідуальному і серійному виробництві використовувати більш продуктивне обладнання.

Таблиця 1.1 Типові інструменти і обладнання для виготовлення різьби

Інструмент	Верстат	Характер виробництва		
		Одинич-ний	Серій-ний	Масо-вий
Різець різьбовий	Токарно-гвинторізний	+	-	-
	Різьбовий напівавтомат	-	+	+
	Різьбовий автомат	-	-	+
Гребінка різьбова	Токарно-гвинторізний	+	+	-
	Токарно-револьверний	-	+	-
Плашка, плашка гвинтонакатна	Вручну	+	-	-
	Токарно-гвинторізний	+	-	-
	Токарно-револьверний	+	+	-
	Токарний автомат	-	+	-

Фреза різбова	Різьбофрезерний	+	+	-
---------------	-----------------	---	---	---

Продовження таблиці 1.1

Інструмент	Верстат	Характер виробництва		
		Одинич- ний	Серій- ний	Масо- вий
Фреза вихрєва	Токарно-гвинторізний	-	+	+
Гвинторізна головка, гвинтонакатна головка	Болтонарізний	+	+	+
	Токарно-револьверний	+	+	-
	Токарний автомат	-	+	+
	Агрегатний	-	+	+
Різьбонакатний ролик	Різьбонакатний напіваавтомат	-	+	-
	Різьбонакатний автомат	-	-	+
Різьбонакатна плашка	Різьбонакатний автомат	-	+	+
Різьбонакатний сегмент	Різьбонакатний автомат	-	-	+
Гвинтова державка	Токарний автомат	-	+	+
Абразивний круг	Різьбошліфувальний	+	+	-
	Безцентрово різьбошліфувальний	-	-	+
Пресс форма	Автомат ливарний	-	-	+
Мітчик ручний	Вручну	+	-	-
Мітчик протяжка	Токарно-гвинторізний	+	+	-
Мітчик машинний, накатний, гайконарізна головка	Токарно-револьверний	+	+	-
	Токарний автомат	-	+	+
	Свердлильний	+	+	+
	Агрегатний	-	+	+
Мітчик гайковий	Свердлильний	+	+	-
	Гайконарізний автомат	-	+	+

Перед промисловістю в цілому стоїть задача підвищити якість різьби, забезпечити централізований випуск в широкому асортименті різьбонарізного інструменту оснащення і оснастки.

Нарізання зовнішньої різьби. В основному зовнішня різьба в більшості випадків нарізується круглими плашками – лерками, що не забезпечує необхідного рівня якості і продуктивності.

Круглі плашки з легувальної інструментальної сталі з не шліфованим профілем різьби являються ручним інструментом і непридатні для роботи на верстатах. В першу чергу, необхідно організувати централізоване виробництво малогабаритних гвинтових головок з призматичними гребінками з швидкоріжучої сталі для нарізання різьби М3-М36 на одношпindelних токарних автоматах і з дисковими гребінками для нарізання різьби М36-М60 на багатошпindelних токарних автоматах.

ГОСТ 3307-61 на гвинторізні головки з дисковими гребінками необхідно доповнити малогабаритними багато гребінковими головками, що розширить область використання даного інструменту, підвищить стійкість і якість нарізуємої різьби.

Отримали розповсюдження різці з механічним кріпленням твердого сплаву, вихрові головки і твердосплавні різьбові фрези. Стійкість твердосплавних різьбових фрез в порівнянні з фрезами з швидкоріжучої сталі підвищується в 3-10 разів.

Нарізання внутрішньої різьби. Широке розповсюдження в промисловість машинних і гайкових мітчиків з швидкоріжучої сталі з шліфованим профілем різьби допомогло підняти рівень якості і техніко-економічних показників різьбо нарізання.

Удосконалення геометричних і конструктивних параметрів мітчиків сприяє підвищенню якості різьби і стійкості інструменту. Прогрес в нарізанні різьб великого діаметру досягається використанням чорнових мітчиків з двома забірними частинами. Особливим питання стає нарізання внутрішніх різьб в нержавіючих та жароміцних сталях.

Для нарізання глухих різьб в цих матеріалах рекомендується використання комплексу з двох мітчиків з однаковими кутами забірного конуса $\varphi \cong 13^\circ$. Середній діаметр чорнового мітчика зменшується в порівнянні з чистовим на величину $\Delta \cong 0,16s$, зовнішній діаметр вибирається з таким розрахунком, щоб розбити зрізувану площу витка на дві рівні частини між чорновим і чистовим мітчиком.

Для нарізання різьби в важко обробляючих матеріалах цілеспрямоване використання без канавкових мітчиків з лівим нахилом стружкових канавок під кутом 10° для наскрізних отворів і з правим для глухих.

Завдяки освоєнню виробництва шліфувальних кругів з синтетичних алмазів появилась можливість шліфування профілю твердосплавних мітчиків і фрез, які все ширше використовуються при обробці чавуна і важко обробляючих матеріалів. Стійкість твердосплавних мітчиків при нарізанні трубних різьб в ковких чавунах виросла в порівнянні з швидкоріжучими мітчиками в 10-30 раз, а твердосплавних різьбових фрез при обробці конструкційних сталей і важко обробляючих матеріалів – в 3-10 раз.

Представляє інтерес новий спосіб нарізання різьб з збудженням комплексних коливань в мітчику, що дозволяє підвищити стійкість інструменту в 1,3-3 рази і знизити зусилля на 28-42%.

Накатування зовнішньої різьби. Накатування являється одним з найбільш прогресивних способів утворення різьб. Накатування не тільки забезпечує високу продуктивність і якість різьби, але й надає значний вплив на її точність.

В рівній степені розвиваються два напрямлення утворення різьби накатуванням: на спеціальних різьбо накатних верстатах і з допомогою гвинтонакатних головок на універсальному обладнанні. Як для того, так і для другого способу характерна тенденція використання інструменту з шліфованим профілем різьби.[3]

Використовуються три основні різновиди різьбо накатних верстатів: з роликами, плоскими і сегментними плашками. Верстати з двома або з трьома роликами працюють по різним схемам з радіальною, тангенціальною або осьюовою

подачею. Накатні ролики з шліфованим профілем успішно накатують різьбу на заготовках з жароміцних і титанових сплавів.

Верстати з плоскими накатними плашками широко відомі і давно знаходять використання в промисловості. Для підвищення строку служби плашок рекомендується відшліфовувати забірний конус на довжині приблизно $3\pi d_2$ з падінням 0,25S.

Найбільш продуктивні необхідно признати верстати з роликами і сегментною плашкою. По даним Італійської фірми SIMA, найбільша продуктивність таких верстатів для різьб М3-М6 складає 1500шт/хв., а верстатів М6-М10 – 1000шт/хв. Стійкість комплекту шліфованих плашок відповідно 15 і 10 млн. шт. На верстатах цього типу можна ввести автоматичну збірку заготовки гвинта з одною або двома шайбами, які залишаються на гвинті і не падають після накатування.

Гвинтонарізні головки і державки дозволяють накатувати різьбу на універсальному обладнанні. Ускладнення представляє лише складність отримання точного діаметра заготовки під накатування. При точінні деталей на автоматах для цієї мети використовують бриючі різці. Гвинтонакатна державка «Ланролл» фірми Лендіс США, можуть накатувати циліндричну або конічну різьбу на деталях зі сторони відрізання, при обробці їх на токарно-гвинторізних автоматах.

Накатування внутрішньої різьби, це спосіб виготовлення внутрішньої різьби шляхом пластичної деформації забезпечують високу точність, продуктивність і стійкість інструменту, а також виключає операцію чистки отвору від стружки після різьбо нарізання.

Мітчик розкатник не має стружко вивідних канавок і являє собою загартований гвинт з забірним конусом. Для зменшення тертя різьба виконується переривчастою. Накатування різьби можливе у всіх пластичних матеріалах: в'язкої сталі, алюміній, цинк і тому подібні. Отвори під накатку вибираються з таким розрахунком, щоб забезпечити необхідний внутрішній діаметр різьби після накатування. Необхідно замітити, що при цьому процесі важко отримати внутрішній діаметр різьби в межах допуску, передбачених ГОСТ 9253-59. З

врахуванням спрощення різьби при накатуванні можливе розширення допуску на внутрішній діаметр.

Для накатування різьб великих діаметрів використовують роликові розкатники і калібровки.

Відливка деталей з різьбою. При литті під тиском деталей з алюмінієвих, цинкових і інших подібних матеріалів можливе отримання на них зовнішньої і внутрішньої різьби. (Табл.2)

Табл.1.2 Мінімальні кроки литих різьб

Сплав	Найменший крок, S,мм	
	Зовнішньої різьби	Внутрішньої різьби
Цинковий	1	1
Алюмінієвий і магнієвий	1,25	-
Мідний	2,5	-

В деталях і арматурі які працюють при високих тисках, особливо рекомендується використання литої різьби, так як наявність ливарної кірки підвищує гідравлічну непроникність цих деталей. Іноді при литті використовують комбінований спосіб – заливку в корпус зарання підготовлених кріпильних деталей.

1.6. Основні відомості про процес різьбо видавлювання

Основним інструментом для отримання внутрішніх різьб являються мітчики. Однак аналіз літературних даних і досвіду підприємств показує, що стабільність отримання мітчиками внутрішньої різьби високої точності, особливо в деталях з кольорових і чорних металів підвищеної пластичності, нержавіючих і жароміцних сталей і ряду інших конструкційних матеріалів визиває серйозні труднощі. При цьому стійкість мітчиків недостатньо висока, якість різьби не завжди відповідає технічним вимогам. Наявність великої кількості рекомендацій по конструкції мітчиків і оснащення до них, по змащувально-охолоджувальній рідинам не завжди забезпечують якісне і продуктивне отримання різьб.

В останній час все ширше впроваджується інструмент для отримання внутрішніх різьб в високо пластичних і кольорових металах пластичним деформуванням, який переважає перед мітчиками. Проблема отримання внутрішньої різьби пластичним деформуванням не однократно публікувались в різній літературі.

В даний час відомі три методи отримання внутрішніх різьб пластичним деформуванням: використання само нарізних гвинтів; розкатування роликів розкатниками; з допомогою мітчиків-розкатників.

Само нарізні гвинти виготовляються з загартованої сталі і мають в поперечному перерізі форму округленого багатогранника для більш легкого вигвинчування з отвору. В деяких випадках використовують гвинти без огранки. Діаметр отвору підбирається таким чином щоб після вигвинчування гвинта різьба мала повний профіль. Такий спосіб рекомендують для вигвинчування сталей шпильок в корпусні деталі з кольорових сплавів. Він забезпечує міцне, щільне, нероз'ємне різьбове з'єднання. Однак при цьому способі отримання різьби має недоліки: більш висока вартість болтів чи шпильок в порівнянні з звичайними; більша сила вигвинчування; необхідність точного центрування шпильок для запобігання перекосів при збірці.

Роликові розкатники знаходять використання для отримання внутрішніх різьб великих діаметрів – більше 30мм.

Для отримання внутрішніх різьб невеликих діаметрів використовуються без канавкові мітчики. Які забезпечують отримання внутрішніх різьб з кроком до 2 мм. При кроці більше 2 мм. без канавкові мітчики використовуються для калібрування попередньо нарізаної різьби. В цьому випадку забезпечується більш високий клас чистоти і зміцнення поверхневого шару різьби. Розкатування різьби діаметром до 50 мм. недоцільне, так як в даному випадку має можливість отримання різьби з допомогою роликів розкатників, які дозволяють значно знизити сили при обробці і мають більш високу стійкість.

Конструктивно розкатник має багато спільного з звичайними мітчиками. Основними відмінностями являється форма поперечного перерізу і забірної

чвстини, а також відсутність стружко вивідних канавок. Необхідно відмітити, що мітчик в своєму початковому стані в багато чому були схожі з сучасними розкатниками. Вони також не мали стружко вивідних канавок і являли собою трьох або чотирьох грані стержні з виконаною різьбою.

Розкатник являє собою стержень з нарізаною різьбою. Складається з забірної частини і калібрувальної частини а також хвостовика. В поперечному перерізі робоча частина має форму багатогранника з округленими гранями. Всю роботу по формуванні профілю різьби виконує забірна частина. Калібруюча частина розкатника в отворі об'єм витісняє мого металу збільшується і поступово заповнює впадини між витками розкатника, набуваючи її форму.

Розкатники можна розділити на дві групи: 1) працюючі по принципу відкритого контуру, у яких внутрішній діаметр різьби не обмежується точними розмірами і не приймає участь в формуванні вершини внутрішнього діаметру розкатуваної різьби; 2) працюючі по принципу замкнутого контуру, у яких внутрішній діаметр різьби обмежується допуском і приймає участь в формуванні вершин внутрішнього діаметру розкатуваної різьби.[4]

При обробці різьби розкатниками, які працюють по принципу відкритого контуру, на вершині різьби гайки утворюється складка, що вказує на недостатність заповнення металом впадин різьби розкатника. При розкатуванні по принципу замкнутого контуру вершина різьби внутрішнього діаметра гайки формується впадиною різьби розкатника. Необхідно відмітити, що формування розкатуваної різьби залежить не тільки від виконуючих розмірів внутрішнього діаметру різьби розкатника, а також від розміру діаметру отвору, діаметр якого більш передбачено, не виключене її формування по принципу відкритого контуру розкатника, призначенні для отримання різьби по принципу замкнутого контуру і навпаки.

По конструкції і використанню розрізняють наступні основні типи розкатників: машинно-ручні – для отримання різьби в різних деталях на верстатах і вручну, за один прохід, в наскрізних і глухих отворах; гайкові з коротким, довгим і зігнутих хвостовиком – для отримання різьби в гайках на гайконарізних і

звичайних верстатах; конічні – для отримання конічної різьби; розкатники збірної конструкції – насадні, регулюючі і не регулюючі; спеціальні, робоча частина яких складається з двох частин – перша частина як у ріжучого мітчика, друга як у розкатника. Найбільше розповсюдження отримали розкатники з збірною частиною, виконаною в вигляді конічної різьби з повним профілем. Рекомендуються і інші форми збірної частини.

Видавлювання внутрішньої різьби без канавковими мітчиками (розкатниками) – це метод пластичного деформування металу, при якому в отвір заготовки 1 (рис.5), які мають діаметр, рівний приблизно середньому діаметру різьби яку необхідно обробити, вгвинчується спеціальний стержень 2 з профілем різьбової поверхні, відповідаючий профілю різьбової поверхні яку необхідно отримати. Під дією крутного моменту $M_{кр}$ вершини витків конічної збірної частини мітчика входять в поверхню отвору заготовки, утворюючи на ній впадини різьби а метал який витісняється, переміщається в радіальному напрямку, поступово збільшуючи висоту різьбового профілю гайки.

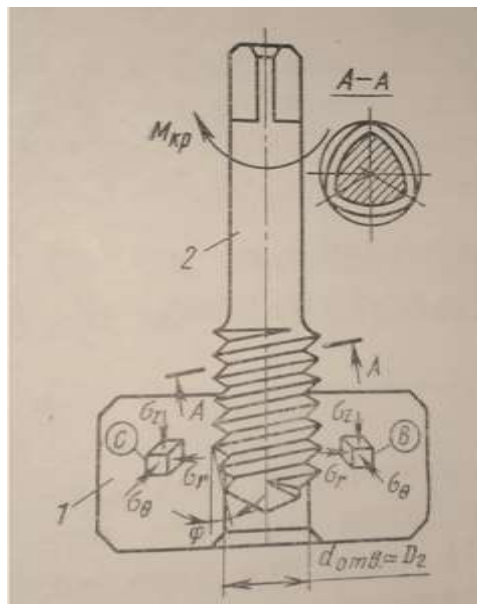


Рис.1.5 - Схема різьбовидавлювання

Після входу в метал заготовки першої вершини на глибину $a = \frac{P}{n} \tan \varphi$ проходить збільшення висоти профілю формуючої різьби на деяку висоту h' . Для другої вершини сумарна глибина входу складає $2a+h'$, для третьої $3a+h'$ і так далі. Так як в поперечному перерізі мітчик має затилувальну форму, а не круглу, то в

кожний момент часу різбовий виток видавлюється не по всій окружності, а лише на визначеній її частині. Відповідно в зоні деформації навантаження діють на метал циклічно, з частотою його обертання. Діючі і зосередженні в зонах контакту вершин витків мітчика з обробляючим матеріалом сили визивають циклічні напруження, які приводять до пластичних деформацій.

Виникаючі в зоні контакту нормальні навантаження P_n , діючі на гайку по нормалі до дуги контакту можна розкласти на радіальну P_r , яка викликає радіальний потік металу до осі різбового отвору, і тангенціальну P_θ , яка викликає потік металу в напрямку обертання інструменту. В матеріалі заготовки під впливом навантаження P_n з'являється тангенціальне σ_θ і радіальні σ_r напруження, а в напрямленні, яке протилежне обертанню мітчика, з'являється сила тертя $F_{тр}$. Радіальні напруження σ_r являються напруженнями стиснення як в западині, так і на вершині різби яка утворюється. Наявність вільних торцевих поверхонь на гайці і впливу подачі сприяють потоку металу і в осьовому напрямку. Осьові σ_z і окружні σ_θ напруження також являються напруженнями стиснення. Напружений стан металу гайки, відповідає при різбо видавлюванні всебічному стисненню дозволяє здійснювати зміну форми з значними ступенями деформації.

Значний вплив на протікання процесу різбо видавлювання виявляє геометрія ділянок вершин контуру поперечного перерізу інструменту. Існує конструкція мітчика у якого на відміну від сомовидавлюючого гвинт, для полегшення процесу пластичного деформування металу на поверхні подовженого забірною конуса зроблені плоскі лиски з округленими по різбї краями (Рис. 6, а). Запатентований мітчик, який має на відміну від вище описаного переріз п-кутника з зрізаними гранями по окружності вершин і ввігнутими сторонами, утворенні радіусом R , (рис.6,б), рівний $(0,2 \div 0,4)d_0$. Радіус спряження r ввігнутої поверхні з зовнішньою рівний $(0,001 \div 1)P$, мітчик в перерізі може мати правильний овальний трикутник, сторони якого виконанні в вигляді дуг більшого радіуса (Рис.6, в). Завдяки цьому робоча частина має три точки 1 з повним профілем різби, які лежать на її номінальному зовнішньому діаметрі, і три проміжні точки 2 – на внутрішньому. Конструкція мітчика з повним профілем

різьби по всьому периметру перерізу показана на Рис.6,г. Існує переріз (рис.6, д), який складається з виступаючих ділянок 1, утворених кривою, отриманою від ексцентрикового кулачка, і ділянок 2, які являються дугами окружності. Мається також переріз (рис.6, е), який складається з ділянок 1, виконаних по Архімедовій спіралі, і ділянок 2 радіусної форми. Переріз мітчика в вигляді неправильного багатогранника з округленими вершинами показано на рис.6, ж. Кожна вершина такого перерізу має робочу частину 2, калібрувальну 3 і затилувальну поверхню 4. Робоча частина має більш плавний і менший нахил, чим нахил затилувальної ділянки. Для кращого попадання мастила в зону деформації, а також для виходу повітря і мастила при видавлюванні різьби в глухих отворах на боковій стороні таких мітчиків прошліфована неглибока канавка, паралельна осі інструмента.

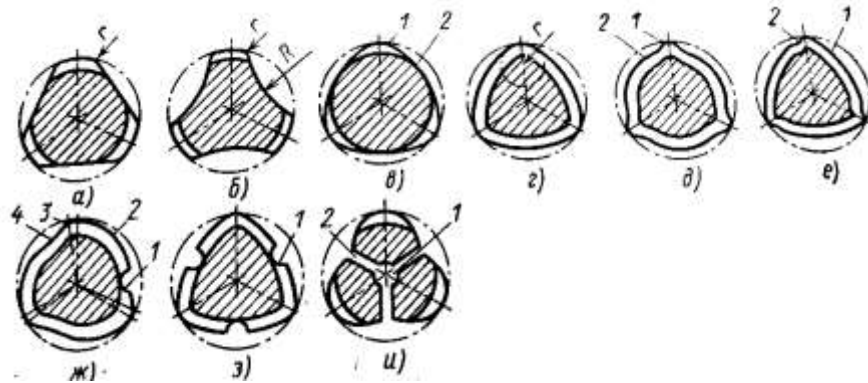


Рис.1.6 - Форми поперечних перерізів безстружкових мітчиків

Відомий варіант виконання на поверхні мітчика і трьох мастильних канавок (рис.6, з). В Японії розроблена конструкція мітчика, який має в поперечному перерізі отвору 2 для подачі мастила, які розходяться від центрального каналу 1.

Розгляд перерахованих форм поперечних перерізів дозволяє класифікувати їх по симетрії контуру і по наявності на контурі перерізу різьби повного профілю. Найбільше призначення і розповсюдження отримав симетричний контур з повною різьбою по всьому периметрі, вивченню і відшукуванню оптимальної форми і розмірів.

Безстружковим мітчиком (Рис.1.4) називається інструмент призначений для обробки метричної різьби по ГОСТ 9150-59 методом пластичного деформування. Робоча частина безстружкового мітчика – вся різьбова ділянка, безпосередньо яка

приймає участь в формуванні профілю різьби, представляє собою гвинт з не круглим багатограним перерізом, по периметру якого є різьба повного профілю. Безстружковий мітчик складається з забірної частини, яка слугує для видавлювання різьби, калібруючої частини яка слугує для направлення інструменту і калібрування видавленого профілю, і хвостової частини, з допомогою якої мітчик закріплюють в патроні чи воротку. Безстружкові мітчики на відмінну від ріжучих не мають на робочій частині повздовжніх канавок, які утворюють ріжучі кромки.

Елементи контуру поперечного перерізу. Верхні точки контуру поперечного перерізу – це точки контуру, максимально віддаленні від осі мітчика. Нижні точки контуру – точки контуру, максимально віддаленні від осі мітчика. Величина затилування по зовнішньому діаметру – піврізниця діаметрів окружностей, описаних навколо верхніх і нижніх точок контуру поперечного перерізу мітчика. Величина затилування по середньому діаметру – піврізниця середніх діаметрів, виміряних в верхніх і нижніх точках контуру поперечного перерізу мітчика. Радіус вектор ρ – відстань від заданої точки контуру поперечного перерізу мітчика до його осі. Радіус r при вершинах – радіус кривизни в верхніх точках контуру поперечного перерізу мітчика.

Елементи різьби мітчика. Профіль різьби мітчика – контур перерізу різьби в площині, яка проходить через її вісь і одну з верхніх точок контуру поперечного перерізу мітчика. Бокові сторони профілю – прямолінійні ділянки профілю, які належать гвинтовим поверхням. Кут σ – кут між боковими сторонами профілю. Виток – частина різьби, яка утворена гвинтовим рухом плоского профілю за один оберт. Вершина витка – ділянка профілю, яка з'єднує бокові сторони витка. Вершини можуть бути розташовані відносно осі інструменту по прямій чи по гвинтовій лінії і в шахматному порядку. Впадина різьби – ділянка профілю, яка з'єднує бокові сторони канавки. Зовнішній діаметр d_n – діаметр уявного циліндра, поверхня якого пересікає витки різьби таким чином, що ширина вершин витків виходить рівною ширині впадин різьби. Внутрішній діаметр $d_{вн}$ – діаметр уявного циліндра, вписаного в впадини профілю різьби. Крок різьби P – відстань між

сусідніми однойменними боковими сторонами профілю в напрямку, паралельному осі різьби. Кут забірного конуса φ – кут між утворюючими конуса і циліндра, які лежать в одній площині з віссю мітчика.

Поверхні. Вихідна поверхня – поверхня, на якій в процесі видавлювання утворюється різьбовий профіль. Деформуєма поверхня – ділянка вихідної поверхні, безпосередньо контактуючої з вершинами витків забірної частини мітчика. Деформована поверхня – поверхня різьбового отвору, яка отримується після закінчення процесу пластичного формування профілю різьби.

Розглянемо декілька варіантів виготовлення різьбового профілю безстружкових мітчиків :

Перший варіант. Заготовка, яка поступає на різьбошліфувальну операцію, має по всій довжині робочої частини циліндричну форму. В цьому випадку, в результаті одночасного шліфування різьби і її затилування по профілю вершини витків забірної частини отримуються по всьому периметру поперечного перерізу гострими , а вершини витків калібрувальної частини складаються з двох ділянок: першої яка має притуплення, і прилягаючої до неї другої ділянки з гострою вершиною. Недоліки даного варіанту виготовлення різьбового профілю являється наявність на забірній практично гострих вершин, які під дією інтенсивного тепловиділення в процесі шліфування виявляється, як правило, дефектними. В зонах контакту таких вершин з матеріалом гайки виникає небезпека розриву масляної плівки, а відповідно, і появлення сухого тертя. Крім того, міцність не притуплених вершин недостатня, і під дією механічних впливів вони часто викришуються.

Другий варіант. Заготовка має циліндричну калібровану і конічну забірну частини. Після шліфування різьби вершини витків на забірній і калібрувальній частинах мають однакову форму, яка складається з гострих і притуплених ділянок. Необхідно відмітити, що в процесі різьбо видавлювання зона контакту вершин забірної частини мітчика з матеріалом гайки розповсюджується і на гостру ділянку. По цій причині геометрія вершин володіє тими ж недоліками, що і в першому варіанті.

Третій варіант. Заготовка така ж, як і в другому варіанті. Але після виготовлення різьбового профілю по всьому периметру поперечного перерізу мітчика робиться однакове притуплення різьби на забірній і калібрувальній частинах шліфувальним кругом з плоскою вершиною. Ділянки притуплення вершин розташовуються паралельно осі інструмента. Геометрія вершин в результаті додаткового затилування по зовнішньому діаметру значно зміниться, і вони не мають гострих ділянок. Можна вважати, що такі вершини забірної частини мітчиків роблять по схемі вдавлювання плоского штампа.

Четвертий варіант. Калібрувальна і забірна частина заготовки затилована по зовнішньому діаметру на спеціальному круглошліфувальному верстаті чи на звичайному верстаті з використанням спеціального пристосування для обробки не круглих валів. Після шліфування вершини різьби отримуються притупленими по всьому периметру. На відміну від попереднього варіанту ділянки притуплення вершин забірної частини розташовані не паралельно осі інструменту, а під кутом φ . В радіальному напрямку такі вершини працюють по схемі вдавлювання несиметричного клину.

П'ятий варіант. Відрізняється від четвертого тим, що шліфування різьби проводиться спеціальним багато точковим кругом, який забезпечує заокруглення вершин радіусом r . Геометрію вершин, які мають радіусну форму, очевидно необхідно вважати найбільш раціональною, так як наявність заокруглень полегшують умови пластичного деформування металу.

2. ПРОБЛЕМИ НАРІЗУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РІЗЬБИ МІТЧИКАМИ

2.1. Загальні відомості про мітчики

Мітчиками нарізають внутрішню різьбу. Він представляє собою гвинт, оснащений повздовжніми прямими чи гвинтовими канавками, які утворюють ріжучі кромки. Мітчик працює при двох одночасних рухах: обертальний – обертання мітчика або заготовки і поступальний – вздовж осі мітчика. Мітчики можна розділити на наступні основні типи: ручні, гайкові, машинні, плашкові, калібруючі, регулюючі і само відкриваючі.

Мітчик показаний на рис.2.1 Робоча частина тобто вся нарізана частина мітчика, ділиться на забірну і калібрувальну. Забірною частиною називається передня конусна частина мітчика, на долю якої приходить чорнове нарізання різьби. Калібрувальна частина мітчика служить для зачистки різьби. Хвостова частина мітчика являє собою стержень для закріплення мітчика в патроні чи воротку, квадрат служить для передачі крутного моменту.

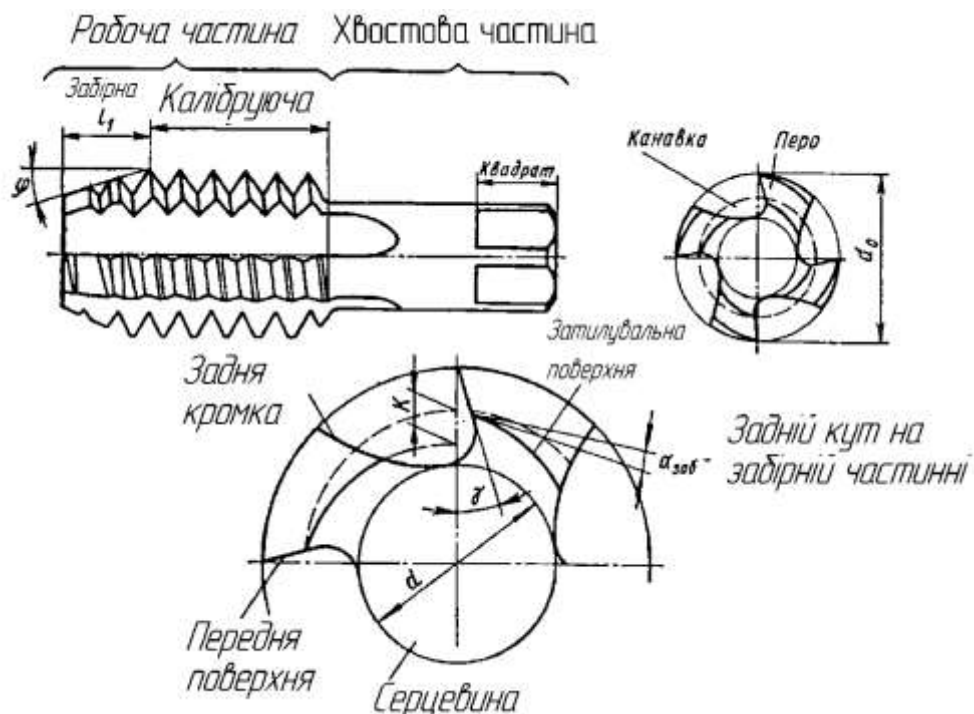


Рис.2.1 - Конструктивні елементи мітчика

До елементів, які визначають конструкцію мітчика, відносяться канавки для розміщення стружки, ріжучі пера, серцевина – внутрішня частина тіла мітчика. До

геометричних елементів відносяться передній кут γ , задній кут α , кут нахилу конуса забірної частини ϕ і кут нахилу гвинтових канавок ω .

В залежності від обробляючого матеріалу передній кут $\gamma = 5-30^\circ$. У мітчиків, призначених для обробки сталі середньої твердості, $\gamma=10^\circ$; для обробки чавуна $\gamma=5^\circ$. Задній кут на забірній частині мітчика отримується затилуванням різьби тільки по вершинам. У ручних не шліфованих мітчиків $\alpha=4-8^\circ$, а в гайкових мітчиків з шліфованою різьбою $\alpha=8-12^\circ$.

На калібрувальній частині і бокових сторонах пера задній кут чаще всього рівний нулю, і лише у мітчиків з шліфованою різьбою його отримують затилуванням на різьбошліфувальному верстаті, величина затилування незначна – 0,2-0,3мм по ширині пера, однак і це призводить до різкого зменшення тертя і полегшення роботи. Для зменшення тертя різьбову частину мітчика виготовляють з оберненим конусом, так як зовнішній і внутрішній діаметри різьби зменшуються до хвостовика мітчика на 100мм довжини: на 0,05-0,1мм для мітчиків з шліфованим профілем, а також для мітчиків, різьби яких утворені накатуванням; на 0,08-0,12мм. для мітчиків з не шліфованим профілем.

При обробці заготовок з особливо в'язких і міцних матеріалів – жароміцних і нержавіючих сталей і сплавів тощо, необхідно прагнути зменшення площі дотику різьби мітчика з заготовкою. Це досягається збільшенням зворотної конусності мітчика до 0,2мм, а також зменшення ширини пера. Менше тертя отримується при обробці мітчиком з переривчастою різьбою, у такого мітчика з на калібрувальній частині зрізується зуб через один в шахматному порядку, а тому він складніший в виготовленні. [9]

Мітчики виготовляють в основному з прямими, а іноді з гвинтовими канавками. Направленням гвинтових канавок можна регулювати напрямок сходу стружки. При прямому напрямку гвинтових канавок стружка сходить вперед, що доцільно при обробці наскрізних отворів. При зворотному напрямку канавок стружка сходить назад, що використовується при нарізанні різьби в глухих отворах. У мітчика з прямою канавкою можна заставити стружку також сходити вперед, це досягається заточкою скосу під кутом λ .

При нарізуванні різьби вручну вся робота розподіляється між двома чи трьома мітчиками. Повний профіль різьби має тільки чистовий мітчик. Чистові та середні мітчики мають менші зовнішні діаметри. Різна і довжина забірної частини кожного мітчика. У чорнового мітчика вона більша – $4P$, у чистового – найменша – $1,5-2P$. Найбільш розповсюдженим являється таке розподілення роботи, при якому 50-60% приходить на чорновий мітчик, 28-30% на середній і 16-10% на чистовий. Матеріалом для виготовлення мітчиків служить швидкоріжуча сталь, інструментальна сталь У10А.

На рис. Показані деякі види мітчиків.



Рис. 2.2 – деякі види мітчиків

Товщина зрізу a_z , приходить на кожний зуб, визначиться виходячи з глибини t профілю різьби і з числа K зубців на забірній частині мітчика. Товщина зрізу, яка знімається кожним пером визначається за формулою:

$$a_z = \frac{t}{2K}, \quad (2.1)$$

В свою чергу,

$$K = \frac{l_{заб}}{P}, \quad (2.2)$$

Тоді

$$a_z = \frac{tP}{zl_{заб}} = \frac{P}{z} tg\varphi, \quad (2.3)$$

Відношення

$$\sigma = \frac{a_z}{P}, \quad (2.4)$$

Служить характеристикою конструкції мітчика.

При шліфованій різьбі у гайкових мітчиків $\sigma=0,012-0,02$; в плашкових мітчиків $\sigma=0,03-0,04$; в машинно-ручних мітчиків $\sigma=0,06-0,1$. Ширина зрізу b для гострої і трапецеїдальної різьби – величина змінна. Площа поперечного перерізу зрізу, яка приходить на кожний зуб, $f=a_z b$ мм. Сумарна площа поперечного перерізу зрізу для трикутної різьби визначається за формулою:

$$F = \frac{Bt}{2} \text{ мм}^2, \quad (2.5)$$

Де B – ширина основи профілю різьби; t – глибина профілю різьби.

При великій кількості канавок мітчик знімає тонкі стружки, при цьому зростає питома сила різання і крутний момент. Разом з тим при збільшенні кількості канавок отримується більш чиста різьба. Звичайно приймають кількість канавок по таблицям. Якщо мітчиком нарізають різьбу в отворі, в якому є виямки чи пази, то число канавок потрібно вибирати не кратним числу цих пазів, так як пера мітчика можуть заскакувати в пази. Для продуктивної роботи мітчика необхідно, щоб профіль канавок забезпечував достатній простір для розміщення стружки, і щоб при вигвинчуванні мітчика задня поверхня зуба не псувала різьбу.

На рис.8 показані типи профілів стружко вивідних канавок. Тип А – канавка обробляна напівкруглою фрезою.

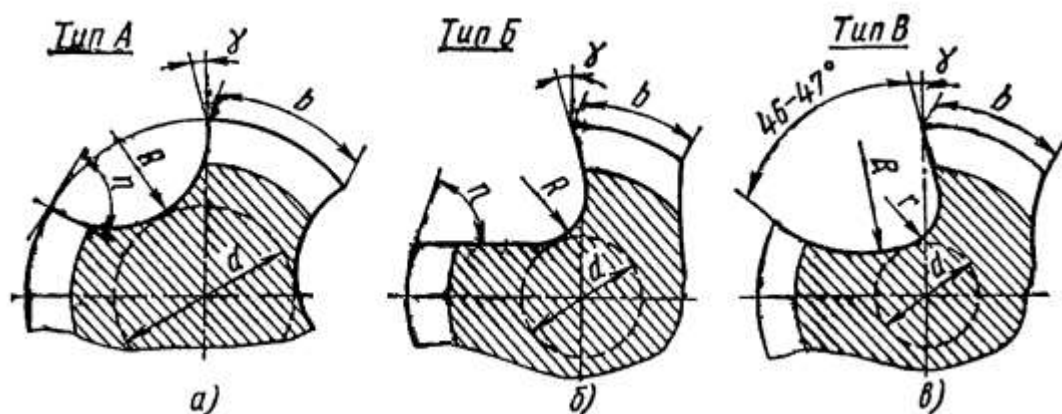


Рис. 2.3 - Типи профілів стружко вивідних канавок

При вигвинчуванні мітчика задня сторона пера може зрізати стружку і зіпсувати різьбу. Профіль цього типу використовується для ручних калібрувальних мітчиків. Зовнішній кут η задньої кромки повинен бути рівний 90° . Профіль типу Б можна рекомендувати для гайкових мітчиків, які не приходить вигвинчувати з нарізаємого отвору. Найкращий вважається профіль типу В. Передня поверхня прямолінійна, в достатній мірі забезпечує постійність переднього кута на калібрувальній і на забірній частинах.

2.2. Основні проблеми процесу нарізання різьби мітчиками

Машинні мітчики являються одним із найбільш складних і найменш надійних інструментів. Під недостатньою надійністю необхідно розуміти відсутність в даного типу інструменту необхідної робото здатності. Мітчики при використанні часто передчасно виходять з ладу, ускладнене різьбо нарізання потребує високої кваліфікації робітника. Мітчики являються таким видом інструменту, який буде використовуватись в процесах обробки деталей довше багатьох ріжучих інструментів.

Обробка майже всіх видів поверхонь можлива в наш час багатьма способами. Наприклад отримання зовнішніх різьб можливе нарізанням різцем, гребінкою, різьбонарізною головкою, накатними плоскими, круглими плашками. Поступово менш прогресивні методи витісняються більш прогресивними. В той же час обробка внутрішніх різьб (не звертаючи увагу на великі діаметри) в основному як виконувалась, так і виконується мітчиками. Відповідно, в даний час необхідно по можливості удосконалювати цей процес з метою, щоб операції нарізування внутрішніх різьб мітчиками не виявилась тормозом в розвитку автоматизованого обладнання.

Довготривалі промислові спостереження показують, що не дивлячись на простоту автоматизації процесів різьбо нарізання, отримати необхідний ефект від цього процесу вдається не завжди, особливо при обробці точних різьб. Іноді після обробки на висопродуктивному автоматизованому верстаті виконується «ручна»

калібровка різби, так як без цього не вдається виконати якісний різбовий отвір, або часті поломки мітчиків при однопрохідному різбо нарізанні.

Факторами, знижують працездатність мітчиків, в основному являються:

- 1) Викришування ріжучих кромek на забірному конусі мітчика;
- 2) Поломки мітчиків (в особливості розмірів до 18мм); невиконання розмірів і технічних вимог, які пред'являють до різби в деталі.

Якщо при роботі на звичайному однопозиційному обладнанні можна було б змиритись з незадовільною працездатністю мітчиків і знаходити практичні рішення для забезпечення нормального протікання технологічного процесу, то при роботі на агрегатних і автоматизованих верстатах така можливість в більшості випадків відсутня, так як:

1. При роботі машинними мітчиками на однопозиційному обладнанні (наприклад на свердлильному верстаті) робочий негайно помічає любе відхилення процесу і зупиняє роботу для прийняття будь-яких рішень. При роботі на агрегатному чи автоматичному верстаті в умовах багатOVERстатного обслуговування чи пультового управління така можливість в більшості випадків неможлива.
2. Нарізання точних різб при роботі на звичайному обладнанні здійснюється в основному комплектом мітчиків, причому останній чистовий прохід звичайно виконують вручну. Таке рішення для автоматизованого обладнання неприйнято.
3. В зв'язку з незадовільною працездатністю мітчиків простої однопозиційного обладнання великі. При роботі на агрегатних верстатах і автоматичних лініях ці простої зростають багатократно, так як при виході з ладу любого елемента, в тому числі і мітчика, майже завжди необхідно зупинити весь агрегат.

Недивлячись на значну кількість і різноманітність дослідів роботи мітчика теоретична розробка ряду питань проводилась недостатньо. Питання стійкості машинних мітчиків при їх нормальному зношенні не можуть повністю характеризувати їх працездатність.

Від 20 до 70% мітчиків виходять з ладу із за поломок. Статистичні дані про поломки характеризуються приблизним числом поломок від 12 до 83% в залежності від типорозмірів мітчиків. Крім цього необхідно врахувати, що, крім поломок, існують ще й такі, фактори які не були враховані статистикою, як викришування мітчиків і недотримання необхідних розмірів різьби в деталі, які в значній мірі додатково обмежують їх працездатність.

Результати статистичних дослідів стійкості мітчиків дозволили прийти до висновку про те, що стійкісні дослідження більшості типів мітчиків дають односторонню криву розподілення, коли мода, тобто найбільш вірогідна їх стійкість розташована в зоні стійкості інструменту $T_{\text{хв.}} \rightarrow 0$. Це вказує на наявність значної кількості ненормальностей (поломок, викришування ріжучих кромок, задирів, втрат розмірів тощо), різко знижують стійкість мітчиків.

2.3. Викришування ріжучих кромок мітчиків

При викришуванні ріжучих кромок під час стійкісних дослідів обмежуються зауваження про ненормальне зношення інструменту. Це відноситься не тільки до мітчиків, але й до всіх видів ріжучих інструментів.

При дослідах на міцність ріжучих кромок були прийняті три основні розрахункові схеми навантаження ріжучих кромок при різанні металу. Розрахункові схеми навантаження в деякій мірі ідеалізовані, так як не враховувалась кінематика різання.

Для розгляду мітчиків, які працюють з великими осьовими подачами, такі схеми могли б дати значну похибку. В цих схемах розглядається викришування, як результат дії сил різання на передню поверхню інструменту. При роботі мітчика в більшості випадків причиною викришування являються зовсім інші сили. Але при вивченні міцності ріжучих кромок, являються достатньо загальними і можуть бути використанні і при розгляді викришування мітчиків. Головні з них наступні:

1. При температурі 20°C і інших рівних умов міцності ріжучих кромок інструментів, виготовлених з інструментальних сталей різних марок

характеризуються величинами: для сталі Р9 $\sigma_T = 158 \text{кГ/мм}^2$ (1580 Мн/м²); для сталі Р18 $\sigma_T = 130 \text{кГ/мм}^2$ (1300 Мн/м²); для сталі ХВГ $\sigma_T = 95 \text{кГ/мм}^2$ (950 Мн/м²); для сталі У12А $\sigma_T = 94 \text{кГ/мм}^2$ (940 Мн/м²); З вказаних матеріалів для машинних мітчиків використовують сталі Р18 і Р9, що виправдане довготривалим досвідом експлуатації, причому сталь Р18 використовується значно частіше. Підвищена міцність сталі Р9 в порівнянні з сталю Р18 (приблизно на 21%), як показує досвід роботи, не являється достатнім обґрунтуванням для використання сталі Р9 замість сталі Р18, так як сталь Р9 схильна до утворення тріщин при шліфуванні профілю різьби.

2. Температура до 500°C не показує помітного впливу на міцність сталі Р18. При роботі мітчика, навіть при швидкостях до 30-35м/хв, температура ріжучих кромки не перевищує 400°C. Тим більше вона не буде досягати 400°C при швидкостях, які використовують на агрегатних і автоматизованих верстатах 6-18 м/хв. Відповідно, при дослідженні міцності мітчиків температурним фактором можна знехтувати.
3. Поверхня сколювання ріжучих кромки розташовується перпендикулярно до поверхні, яка схильна до навантаження. Недивлячись що основною причиною викришування мітчиків не є сили, діючі на передню поверхню, сколювання кромки мітчика відбувається аналогічно.

Викришування ріжучих кромки забірної конуса мітчика в основному спостерігається при нарізанні різьб в глухих отворах. Таке явище зустрічається і при нарізанні різьб в наскрізних отворах при умові що різьбу ріжуть не на прохід, а тоді коли забірний конус мітчика не виходить з протилежної сторони отвору. Причиною викришування вважається захоплення передньої поверхні мітчика з корнем стружки при перемінні ходу мітчика. Така точка зору є невірною.

Рішенням питання про викришування можна вирішити шляхом знаходження і створення форм затилувальних кривих, які не допускали б можливості попадання стружки між затилувальною і оброблюємою поверхнями.

2.4. Аналіз затилювальних кривих

Під затилювальною кривою розуміють плоску криву, яка являє собою слід від перетину затилювальної поверхні забірного конуса мітчика з площиною, перпендикулярною осі мітчика. Відповідно, форма затилювальної поверхні характеризується формою затилювальної кривої. При різних формах затилювальних кривих вірогідність попадання стружки під затилювальну поверхню забірного конуса мітчика різна. Відповідно, мітчики, затилюванні різними способами, будуть мати і різний опір викришуванню. Форма затилювальної кривої характеризує геометрію ріжучої кромки мітчика, забезпечує те або інше величини задніх кутів забірного конуса.

В літературі описано до десяти різних видів пристосувань і верстатів для затилювання забірних конусів мітчиків, причому кожний тип пристосувань забезпечує визначену форму затилювальної кривої, відміну від інших видів. При цьому порад для використання того або іншого способу затилювання не існує. Відсутні також розрахункові формули для визначення величин задніх кутів $\alpha_{\text{ст}}$ і величин падіння затилків $K_{\text{ст}}$ при тому або іншому способі затилювання в залежності від параметрів налаштування пристосувань.[5]

Розрахунок величини заднього кута по відомому значенню $K_{\text{ст}}$ не являється можливим, так як залежність $\alpha_{\text{ст}}=f(K_{\text{ст}})$ для кожного типу затилювальної кривої не отримана. Для того щоб отримати можливість визначення фактичних величин $\alpha_{\text{ст}}$, при дослідженнях вимушені були розрізати мітчик і продивлятися його під мікроскопом, але цей спосіб також не може рахуватись задовільним.

В більшості робіт задні кути і величини падіння затилків на забірному конусі мітчиків розглядається в статичному стані інструменту. В той же час відомо, що ці величини в роботі значно змінюються. Особливо це стосується мітчиків, так як цей інструмент працює з великими подачами на оберт (рівний кроку різьби) і вплив осьового переміщення на величини кутів і величини падіння затилків дуже великі.

2.5. Причини поломок мітчиків

Із всіх видів ріжучого інструменту машинні мітчики при експлуатації мають найбільш високий відсоток поломок. Це пояснюється тим, що робота машинних мітчиків має свою специфіку: з одної сторони, міцність мітчиків не може бути збільшена суттєво, так як діаметр мітчика не може бути збільшений, з другої сторони, навантаження, які приймає мітчик, не можуть бути знижені суттєво, так як осьова подача мітчика на оберт не може бути зменшена. Саме ці умови надмірно ускладнюють рішення питання ліквідації поломок машинних мітчиків.

З часом боротьба з поломками мітчиків ускладнюється в зв'язку з появою все більш міцних сталей і сплавів при обробці яких сили в багато раз більші, чим при обробці звичайних машинобудівних матеріалів. Міцність інструментальних матеріалів за останні 20-30 років не змінилась. В основному всі дослідницькі роботи направлені на покращення стійкісних характеристик інструментальних сталей, а не їх характеристик міцності. Не дивлячись на велику актуальність питань зв'язаних з ліквідацією поломок мітчиків, ці питання вивченні недостатньо.

В досліджах Г.Н. Тітова розглядається міцність мітчиків при крученні. Коефіцієнт концентрації напружень в канавках мітчика визначається з використанням спеціального пристрою. Були дослідженні двох і трьохпері профілі мітчиків. Для трьохперого профіля коефіцієнт концентрації напружень $k=2$. Для збільшення міцності мітчиків серцевину необхідно виконувати конусною. Експериментально дослідженні профілі, дуже близькі до чотирьохперих мітчиків. В результаті можна сказати що в складних профілів виготовлених з інструментальних сталей, крім концентрацій напружень в канавках внаслідок кручення, існують і остаточні внутрішні напруження, як результат різної проколюваності перерізу при термічній обробці. Інструментальні сталі загартовують на різну глибину. Глибина загартування залежить від марки сталі і мінімальних розмірів перерізу а для круглих інструментів – від їх діаметра. В зв'язку з різною загартованістю, при всіх інших рівних умовах, твердість в

перерізі інструменту не однакова: максимальна твердість на периферії загартованого інструменту, мінімальна в центрі його перерізу. Тому різні зони перерізу з різною твердістю можуть мати, відповідно, і різну міцність. Загартовані і відпущенні інструментальні сталі (HRC 46-48 і більше) руйнуються крихко. Границя міцності загартованої сталі без відпущення, мають високу твердість (HRC 64-66), в 2,5 рази нижча границі міцності тої ж сталі, яка має меншу твердість (HRC 62-64), але яка піддається відпусканню. Це пояснюється тим, що інструментальні сталі, які не пройшли відпущення після загартування, мають значні внутрішні напруження. Визначення і знаходження залежності міцності мітчиків від термічної обробки і структури матеріалу в даному дослідженні не проводилось.

Кількість поломок мітчиків залежить не тільки від міцності самого мітчика, але також і від величини сил, які діють на мітчик, умов його навантаження, схеми діючих сил тощо.

2.6. Точність різьби нарізання

Питання підвищення точності різьби, оброблюємої мітчиком, зводиться в основному до усунення ряду дефектів різьби, в результаті наявності яких клас різьби знижується.

Клас різьби по ГОСТу 9253-59 визначається точністю виконання приведенного середнього діаметру різьби, причому для внутрішньої різьби передбачається в основному контроль граничними калібр пробками без диференціювання похибок по середньому діаметру, кроку і куту профілю.

Аналіз великої кількості технологічних операцій на підприємствах, а також вивчення літературних даних, показують, що процес нарізання внутрішньої різьби мітчиком, по перше, надзвичайно ускладнюються при необхідності підвищення класу точності із за недотримання середнього діаметру і, по друге, незалежно від потребує мого класу точності часто супроводжується повторюваними дефектами різьби. В різьби можуть бути наступні дефекти:

1. Розбивання середнього діаметру більш встановленого допуску;

2. Конусність середнього діаметру різьби з виходом за границі поля допуску;
3. Несиметричність профілю різьби(похибки половини кута профілю);
4. Перекіс осі різьби відносно торця деталі;

Крім вказаних дефектів, необхідно відмітити такі, як зрив витків різьби в процесі обробки і низький чистоти поверхні різьби. Перераховані дефекти різьб являються розповсюдженими і із за цих дефектів процес різьбо нарізання нерідко являється «вузьким» місцем. Саме ці дефекти в основному тормозять автоматизацію різьбонарізних операцій, в наслідок чого навіть в масових виробництвах вимушені використовувати ручну працю при нарізанні різьби мітчиками.

2.7. Причини викришування машинних мітчиків

При стійкісних дослідях інструментів в більшості випадків викришування ріжучих кромek не враховують і рахують, що в тому або іншому експерименті зношення інструменту проходило нормально. В деяких випадках з такою методикою можна погодитись, але необхідною умовою для цього повинна бути впевненість, що викришування являється легко усуненою випадковістю. Довготривалі практичні спостереження показують, що в багатьох випадках викришування ріжучих кромek носить систематичний характер і залежить не від випадкових факторів.

Машинні і ручні мітчики, які працюють в глухих отворах сталейних деталей, в основному не допрацьовують до нормального зносу, а викришуються. В тих випадках, коли має місце викришування, стійкісні характеристики інструменту (без врахування викришування) не відображають його фактичної працездатності і, відповідно, неприйнятні для практики.

В даний час для обробки різьб в глухих отворах використовують звичайні мітчики з скороченим забірним конусом, але ці мітчики мають недостатню працездатність. Розглянемо особливості процесу нарізання різьб в глухих отворах. Глухі отвори, з точки зору зручності різьбо нарізання, можуть бути двох типів – з великим запасом глибини для поміщення стружки (різьба не доходить до

дна отвору) і з малим запасом глибини (різьба закінчується біля дна отвору). При нарізанні різьб мітчиком в отворах з великим запасом глибини представляється можливість на забірному конусі заточувати скіс по передній поверхні під кутом λ для можливості накопичення стружки перед мітчиком. При недостатньому запасі глибини така можливість відсутня. Для наскрізних отворів завжди мається можливість заточки скосу.

Довготривалі спостереження за роботою мітчика показують, що нарізання різьби в глухих отворах завжди значно важче в порівнянні з різьбо нарізанням в наскрізних отворах, навіть коли мається достатній запас глибини глухого отвору. Припущення, що причиною цього являється погана вмістимість стружки, не є обґрунтованими, так як глухі отвори з великим запасом глибини можуть бути повністю уподібненні до наскрізних.[6]

Можна спостерігати явище, коли стружка в канавках мітчика і в отворі перед мітчиком поміщається цілковито вільно, і, не дивлячись на це, мітчик передчасно виходить з ладу із за викришування ріжучих кромek. Викришування, в свою чергу, приводить до росту крутних моментів і, відповідно, до поломки мітчика. Для встановлення причин передчасного виходу з ладу мітчиків, які працюють в глухих отворах, необхідно розглянути по етапам процес нарізання різьби в наскрізному і глухому отворі машинним мітчиком. Процес нарізання різьби в наскрізному отворі складається з наступних елементів: 1) Врізання забірною конуса; 2) нарізання різьби на всій глибині і калібрування різьби калібрувальними витками мітчика; 3) вихід забірною конуса з протилежної сторони отвору; 4) калібрування виходу декількома калібрувальними витками мітчика; 5) зупинка; 6) вигвинчування мітчика. Таким чином, вигвинчування мітчика проходить по каліброваному різьбовому отвору і, крім випадкових перешкод (бруд, стружка тощо), нічого не перешкоджає вільному переміщенню мітчика (сила тертя при цьому досить невелика). Процес нарізання різьби в глухому отворі включає: 1) врізання забірною конуса; 2) нарізання різьби на заданій глибині і її калібрування за рахунок калібрувальних витків мітчика; 3) зупинка; 4) вигвинчування мітчика.

В глухому різбовому отворі існує не калібрувальна різьба, утворена забірним конусом мітчика. Крім того, в кінці різбової частини до моменту зупинки мітчика завжди утворюється стружка, не відділена від основної маси матеріалу. Таку стружку називають «донною».

На рис.5 показаний поперечний переріз мітчика, який знаходиться в деталі в момент зупинки для зміни ходу. Перед кожним зубом забірної конуса мітчика залишається корінь стружки більшої чи меншої довжини, що залежить від ряду факторів.

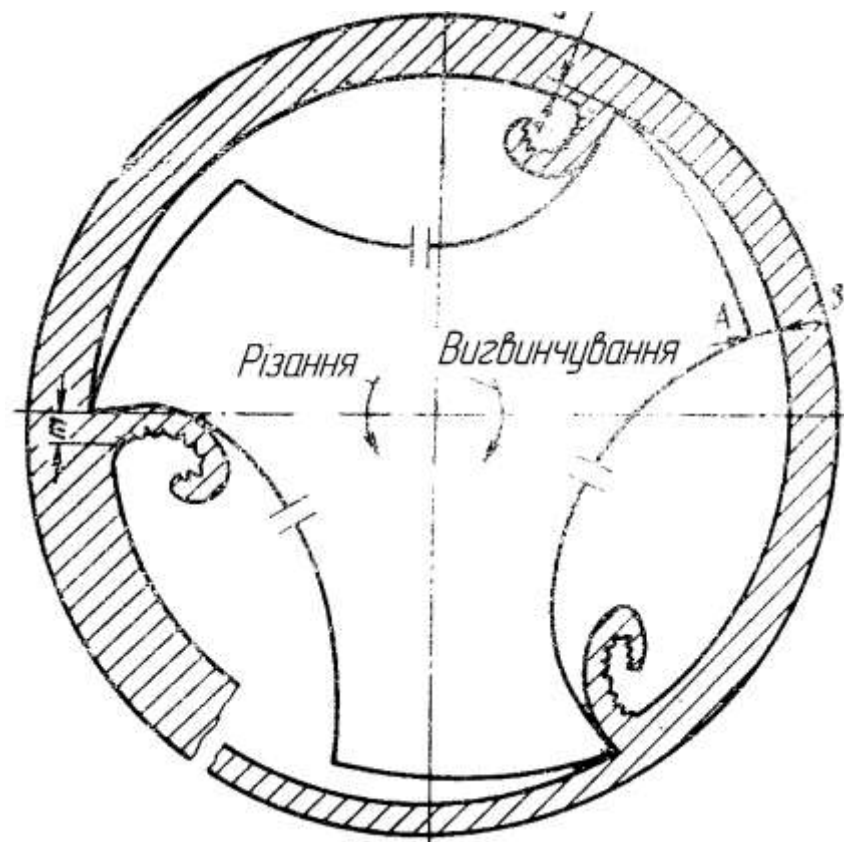


Рис.2.4 - Схема утворення «донних» стружок при нарізанні глухих різьб

При зворотному ході кожний зуб забірної конуса мітчика повинен пройти зону, де залишились «донні» стружки і будь яким чином зім'яти їх. При цьому на ріжучу кромку буде діяти сила $P'_{см}$, необхідна для зминання стружки одним зубом (рис.6). При досягненні деякої величини, сила $P'_{см}$ може виявитись для того, щоб пройшло викришування ріжучої кромки по лінії МК. Викришування при цьому характеризуються сколом передньої поверхні забірної конуса мітчика.

На такий же характер викришування вказують і інші досліди, але причина цього дефекту визначена невірно. Одні досліди дають припущення, що причиною сколів передньої поверхні являється «схоплювання» самої передньої поверхні з стружкою в момент зупинки і зміни ходу, другі – що викришування являється наслідком випадкових попадань стружки під затилувальну поверхню мітчика. Як показали спостереження, фактично ж причиною викришування являється не що інше як защемлення «донної» стружки затилувальною поверхнею мітчика. (рис.6)

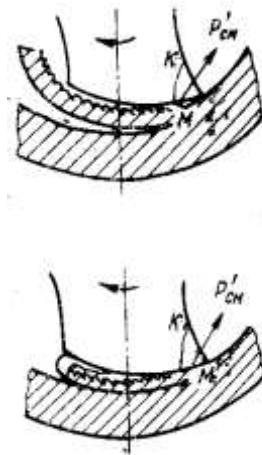


Рис.2.5 - Схема утворення «донних» стружок

Підтвердженням цього служить і осцилограма (Рис.7) яка зафіксувала сили при прямому і зворотному ході мітчика М12. Наявність відмітника часу на осцилограмі дозволило провести розшифровку сил в часі. Запис осцилограми проводилась на динамометрі двосторонньої дії з фіксуванням крутного моменту при правому і лівому обертанні мітчика.

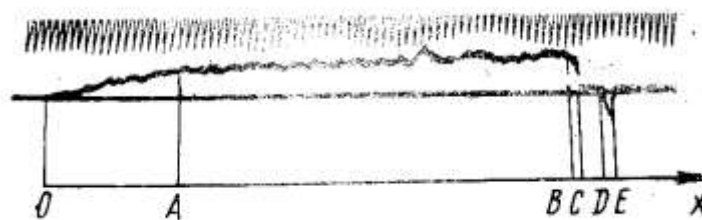


Рис.2.6 - Осцилограма крутного моменту при нарізанні різьби і вигвинчуванні мітчика

Розшифровка осцилограми по часу показала, що весь процес складався з наступних елементів: візання забірного конуса (ділянка ОА); нарізання різьби на

задану глибину (ділянка АВ); зупинка мітчика на заданій глибині (ділянка ВС); початок вигвинчування мітчика (точка С); початок зминання «донних» стружок (ділянка DE); безперешкодне вигвинчування мітчика (ділянка EX). Якщо б причиною викришування являлось схоплювання передньої поверхні мітчика з корнем стружки, то в цьому випадку негативний пік кутного моменту знаходився б в точці С, а не D. Якщо б причиною викришування були б випадкові потрапляння уламків стружки, то в цьому випадку величина CD була б різною. Значна кількість аналогічних дослідів показує, що час, відповідний ділянці CD на осцилограмі, рівний тому часу, що необхідний, щоб пройшло защемлення «донної» стружки (час повороту мітчика на кут, приблизно рівний $360/z$).

Спостереження показують, що викришування ріжучих кромок може відбутись навіть при обробці першого отвору, але частіше буває після обробки декількох отворів. Це відбувається тому що, при роботі гострим незатупленим мітчиком стружка і менш міцні і мають меншу усадку по товщині, чим при роботі затупленим мітчиком. По мірі затуплення мітчика стружка стає все більш міцною, товщина її внаслідок усадки значно перевищує товщину зрізаємого шару, відповідно, вона не може поміститись між витком і затилком і зминання такої стружки все більш ускладнюється. Перо мітчика відхилює «донну» стружку, крім того, воно має її пластично деформувати, що викликає його викришування. Викришування супроводжується характерним клацанням, тому встановити момент, коли воно відбулось не представляє важкості. Встановивши причину викришування ріжучої кромки, можна визначити основні фактори, які впливають на викришування, і, відповідно, зробити рекомендації по ліквідації цього явища. Вірогідність викришування збільшується по мірі збільшення сили P'_{cm} і зменшується при збільшенні опору кута мітчика крихкому злому.

Таким чином, опір мітчика викришуванню залежить від наступних факторів: 1) від міцності матеріалу мітчика і його опору крихкому злому; 2) від величини передніх і задніх кутів на забірному конусі мітчика; ці два параметри характеризують міцність самої ріжучої кромки; 3) від матеріалу оброблюючої

деталі, товщини зрізаємого шару, степеня затуплення ріжучої кромки мітчика, величини зазору між затилувальною і обробляючою поверхнями.

Ці фактори характеризують силу $P'_{\text{см}}$, яка приходить на кожний зуб мітчика. Величина зазору (АВ рис.5) включена в цю групу факторів в зв'язку з тим, що від неї залежить, чи буде потрапляти «донна» стружка під ріжучу кромку. Деякі з перерахованих факторів заздалегідь обумовленні і фактично незмінні; наприклад: міцність матеріалу мітчика, обробляючий матеріал і інші фактори також можуть бути змінені без утруднення.

Найбільш легко регулюємими факторами, як і дозволяють уникнути викришування, являються: зменшення товщини зрізаємого шару і зазору між затилувальною і обробляючою поверхнями.

Розглянемо яким чином змінювалась сила $P'_{\text{см}}$ при зменшенні товщини зрізуємого шару. Для зменшення товщини зрізуємого шару необхідно зменшити кут забірного конуса φ . Приймаючи позначення: z – число перів; n – число зубців забірного конуса; l – довжина забірного конуса; s – крок різьби; $M_{\text{см}}$ – крутний момент, необхідний для зминання «донної» стружки; $r_{\text{сп}}$ – середній радіус мітчика, можна записати наступною залежністю:

$$\frac{n}{z} = \frac{l}{s}; l = \frac{0,541 \cdot s}{\operatorname{tg} \varphi}; n = 0,541 \frac{z}{\operatorname{tg} \varphi};$$

$$P'_{\text{см}} = \frac{M_{\text{см}}}{r_{\text{сп}} n}; P'_{\text{см}} = \frac{M_{\text{см}} \operatorname{tg} \varphi}{0,541 r_{\text{сп}} z};$$

$$P'_{\text{см}} = 3,7 \frac{M_{\text{см}} \operatorname{tg} \varphi}{d_{\text{сп}} z}$$

Позначимо величину $\frac{3,7}{d_{\text{сп}} z}$ як постійну мітчика визначених розмірів через A , отримаємо:

$$P'_{\text{см}} = A M_{\text{см}} \operatorname{tg} \varphi \quad (2.6)$$

Як видно з формули (2.6) сила зминання, яка приходить на один зуб, залежить від кута забірного конуса φ .

На рис.8 представленні експериментальні данні вимірювань M_{cm} (крива I) при роботі мітчика M12, який має різні кути забірного конуса. Як видно з графіка, M_{cm} при зменшенні кутів збірних конусів декілька збільшується (аналогічно з ростом крутного моменту різьбо нарізання при збільшенні забірного конуса). Але, це не означає, що сила P'_{cm} збільшується також, а навпаки. Як видно з формули (17) в вираз P'_{cm} входить також $tg\varphi$, значення якого, по мірі видовження забірного конуса, зменшується. Крива II на рис.8 являє собою розрахункові значення величин P'_{cm} .

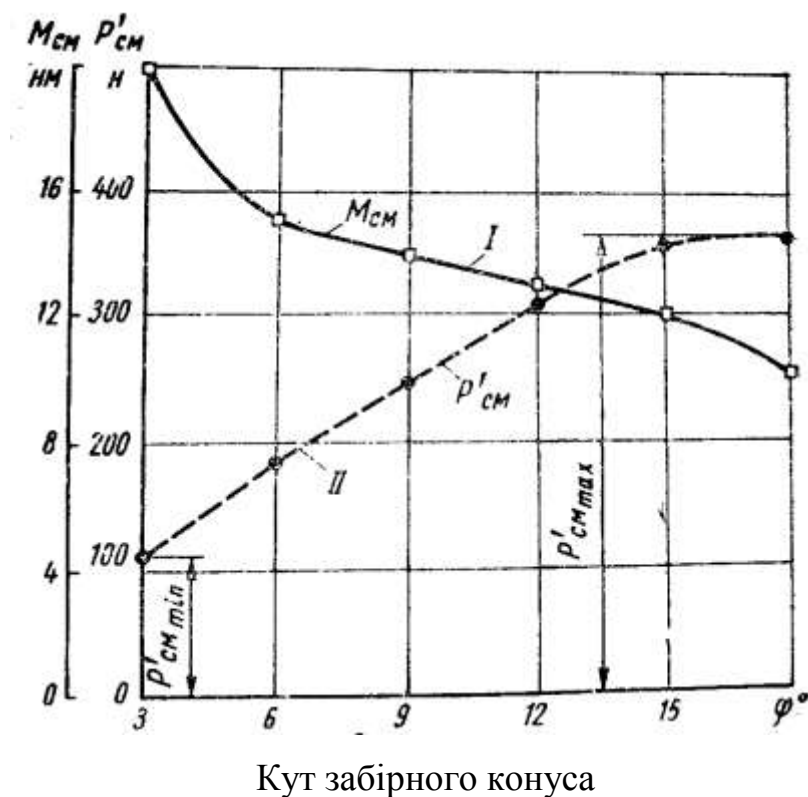


Рис.2.6 - Залежність M_{cm} і P'_{cm} при різних кутах φ заборного конуса мітчика

Таким чином не дивлячись на ріст моменту стиснення (M_{cm}) при зменшенні φ , величина сили P'_{cm} , діюча на кожний зуб заборного конуса, зменшується. Відповідно, мітчики, які мають довгі заборні конуси, менш схильні до викришування ріжучих кромek при вигвинчуванні, чим мітчик з укороченими заборними конусами. Однак використання мітчиків з довгими заборними конусами неприйняте при нарізанні різьб в глухих отворах. Необхідно таке рішення, при якому довжина заборного конуса вибиралась би з умови можливості нарізання

глухого отвору на задану глибину і при цьому щоб не мало місце викришування ріжучих кромок при вигвинчуванні мітчика.

Розглянемо, яким чином може бути ліквідоване викришування при вигвинчуванні мітчика шляхом зміни величини зазору між затилувальною і обробляючою поверхнями (АВ рис.5). Чисельно величина цього максимального зазору рівна величині падіння затилку на ширині пера. В цьому випадку падіння затилку повинне перевірятись не при обертальному русі мітчика, а при його гвинтовому русі. Користуючись термінологією, прийнятою при розгляданні кінематичних процесів різання, можна сказати що величина зазору чисельно рівна кінематичному падінню затилка на ширині ($K'_{\text{кін}}$). На відміну від цієї величини величину падіння затилка на ширині пера, яка вимірюється в площині, перпендикулярною вісі мітчика, будемо називати статичним падінням затилка ($K'_{\text{ст}}$).

Величини $K'_{\text{ст}}$ і $K'_{\text{кін}}$ пов'язанні між собою, при чому $K'_{\text{кін}} < K'_{\text{ст}}$. Як видно на рисунках 5 і 6, можливість попадання стружки під затилувальну поверхню залежить від величини $AB = K'_{\text{ст}}$, а відповідно, і від величини $K'_{\text{кін}}$ причому, як показує досвід, це єдиний фактор, шляхом зміни якого прилюбій довжині забірною конуса можна позбутись від викришування ріжучих кромок.

Розглядаючи схему защемлення «донних» стружок при вигвинчуванні мітчика, з достатньою підставою можна думати що викришування не буде в випадку, якщо «донна» стружка не попаде в зазор. Це може мати місце якщо величина зазору буде дуже незначна. Тоді «донна» стружка буде або відламуватись, або зрізатись спинкою пера при зворотному ході. Вірогідно, що найкращий результат був би отриманий при $K'_{\text{кін}} = 0$. При цьому варіанті попадання коренів «донних» стружок під затилувальну поверхню виключається, чим ліквідується можливість викришування ріжучої кромки.

Наявність умови $K'_{\text{кін}} = 0$ не єдиний можливий варіант, який забезпечує відсутність викришування. При деяких кінцевих величинах $K'_{\text{кін}}$ викришування також може не бути, так як ріжуча кромка може зминати деякий шар металу і при цьому не викришитись. Необхідно тільки, щоб цей шар був великий (саме тому

мітчики з довгими забірними конусами при $l=18\div 20$ S викришуються менше). Крім того необхідно враховувати, що при величині $K'_{\text{кін}}=0$ внаслідок деякого пружного відновлення оброблюючої поверхні можливе «затирання» задньої поверхні, в результаті чого на ній появляються налипання. Відповідно, оптимальною величиною $K'_{\text{кін}}$ буде деяка кінцева, невелика величина.

При проведенні дослідів фіксувався тільки один фактор – наявність чи відсутність викришування. По результатам дослідів можна зробити висновок, що оптимальна величина $K'_{\text{кін}}=0,02\div 0,03$ мм. Ці значення можуть бути прийняті в якості оптимальних при обробці всіх розмірів що підтверджується досвідом впровадження і експлуатацію мітчиків з малим падінням затилка на забірному конусі.

При звичайному способі затилювання (по дузі кола чи по спіралі Архімеда) зменшення величини $K'_{\text{кін}}$ тягне за собою зменшення задніх кутів. Це, в свою чергу, викликає небажане явище : підвищення стирання задньої поверхні, можливість схоплювання затилювальної поверхні з оброблювальним матеріалом.

Таким чином, можна прийти до висновку про те що, на працездатність мітчика, який працює в глухих отворах, значний вплив вказують як величини задніх кутів, так і величини падіння затилків на забірному конусі. При такому розгляді питання стає очевидним, що зовсім небайдує, яку форму будуть мати затилювальні криві, так як кожній з них буде відповідати визначена залежність $K'_{\text{ст}}=f(a_{\text{ст}})$. Відсутність в даний час даних по розрахунку і оцінці геометричних параметрів затилювальних кривих не дає можливості судити про придатність тих чи інших способів затилювання.

2.8. Способи затилювання забірних конусів мітчиків

Задній кут і величина падіння затилку знаходиться по наступній залежності:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K_{\text{ст}} z}{\pi D} \quad (2.7)$$

Однак розрахунок заданого кута по формулі (18) може бути проведений тільки для випадку, коли затилювання виконане по спіралі Архімеда. По всій

чином, найбільш правильним шляхом вимірювання заднього кута являється розрахунок. Однак, щоб зробити вірний розрахунок, потрібно врахувати форму затилювальної кривої, так як необхідно щоб було враховано яка була схема затилювання і який принцип дії затилювального пристрою.

В зв'язку з тим, що різні заводи-виробники користуються пристроями і верстатами різних типів, необхідно всі схеми систематизувати, виділивши в них основний параметр, який буде характеризувати задній кут мітчика і величину падіння затилку. Проведення аналізу всіх типів затилювальних кривих дасть можливість отримати точні значення величин $\alpha_{\text{ст}}$ і $K'_{\text{ст}}$ і оцінити якість затилювальної кривої. [7]

В практиці використовують різні схеми затилювання забірних конусів мітчиків. Кожна з застосовуваних схем забезпечує отримання різних затилювальних поверхонь. Затилювальна поверхня може бути охарактеризована затилювальною кривою, яка являє собою слід від перетину затилювальної поверхні з площиною, перпендикулярною осі мітчика. В промисловості найбільше розповсюдження отримали шість типів затилювальних кривих. Для зручності подальшого аналізу про класифікуємо всі типи наступним чином: I-затилювання по дузі окружності з центром затилювання на прямій, яка з'єднує вершину зуба і центр поперечного перерізу мітчика; II- затилювання по дузі окружності з центром затилювання, який на прямій, яка проходить через центр перерізу мітчика і перпендикулярно до лінії, яка з'єднує вершину пера з центром поперечного перерізу; тип III- затилювання по дузі окружності з центром затилювання, розташованим в межах сектора, протилежному тому, в якому лежить перо яке розглядається, і яке відсікається двома лініями, одна з яких проходить через вершину пера яке розглядається і центр поперечного перерізу мітчика, а інша проходить через центр поперечного перерізу і перпендикулярна першій; IV – затилювання по спіралі Архімеда; V- затилювання по прямій лінії (гостро заточенні мітчики); VI- затилювання на верстатах фірм Леве.

Затилювання типу I. При такому способі затилювання величина $K'_{\text{ст}}$ може бути отримана різницею в залежності від величини ексцентриситету e (рис.10).

Кінематично задній кут виявляється позитивним, хоч має незначну величину. Робота при такому куті можлива не дивлячись на те, що значення далеко від оптимального. Однак працездатність такого мітчика в ряді випадків виявляється вища, чим в мітчика з великим заднім кутом, так як такий мітчик не викришується при роботі в глухих отворах.

При роботі мітчиків з затилуванням II типу защемлення стружки при вигвинчуванні з глухого отвору відсутнє. Викришування ріжучих кромek буде ліквідоване, але кінематично задні кути при цьому досить малі ($\alpha_{\text{кін}} \approx 10 \div 20'$). Це збільшує знос по задній поверхні мітчика в порівнянні з зносом, який мав би місце при роботі з оптимальними задніми кутами. Фактично при затилуванні II типу нема можливості отримати одночасно оптимальні значення $\alpha_{\text{ст}}$ і $K'_{\text{ст}}$. Роблячи оптимальні значення $\alpha_{\text{кін}}$, отримаємо великий зазор, що веде до викришування. Виконуючи оптимальні $K'_{\text{кін}}=0,02\text{мм}$, отримаємо задні кути $\alpha_{\text{кін}} \approx 10 \div 20'$, що також далеко від оптимальних значень. Звідси можна зробити висновок, що задовільним буде тільки той метод затилування, який буде допускати отримання величин $\alpha_{\text{ст}}$ і $K'_{\text{ст}}$ незалежно один від одного.

Затилування III типу (рис.12) розглядалось в роботі В.М. Покровської. В її дослідях центр затилування лежав на бісектрисі, яка ділить третій квадрант навпіл. Було показано, що в цьому випадку форма затилувальної кривої доволі близька до спіралі Архімеда.

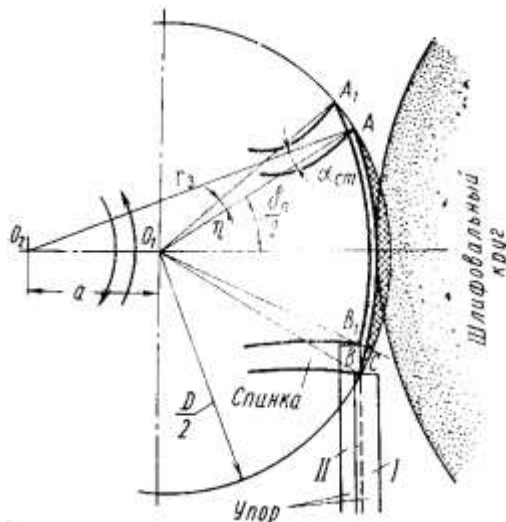


Рис.2.10 - Схема затилування типу III

На рис.12 дана схема затилування типу III. Визначене положення пера відносно осі центрів досягається перестановкою упора з положення I і положення II. При цьому буде отримана необхідна величина падіння затилку на ширині пера $K'_{ст}=B_1C$. Вибравши необхідний радіус затилування r_3 можна забезпечити необхідну величину заднього кута $\alpha_{ст}$. Мітчик встановлюється в центра і по ноніусам задається необхідний ексцентриситет a . Ексцентриситет a , як видно з рис.12 може бути розрахований по формулі:

$$a = \frac{D \sin \alpha_{ст}}{2 \sin \left(\frac{\delta_n^s}{2} - \alpha_{ст} \right)}, \quad (2.9)$$

Встановленням величини a по ноніусам буде забезпечуватись необхідний задній кут $\alpha_{ст}$. Стійка пристрою встановлюється на кут рівний куту забірного конуса φ , і фіксується упорним болтом. Положення рухомого упору регулюється так щоб величина $K'_{ст}=BC$ рівнялась табличній або щоб $K'_{кін}=0,02$ мм для любого мітчика. Підводячи шліфувальний круг, покачуванням всього пристрою за рукоятку замилують одне перо. Після чого виконують ділення на наступне перо. Після «виходжування» всіх перів затилування закінчується.

До затилування типу IV відносять затилувальні криві виконані по спіралі Архімеда (рис.13). Рівняння спіралі Архімеда в полярних координатах записується в вигляді:

$$\rho = B\mu \quad (2.10)$$

Де ρ - радіус вектор

B - постійний коефіцієнт, який характеризує зменшення радіуса при збільшенні кута його повороту;

μ - поточний полярний кут.

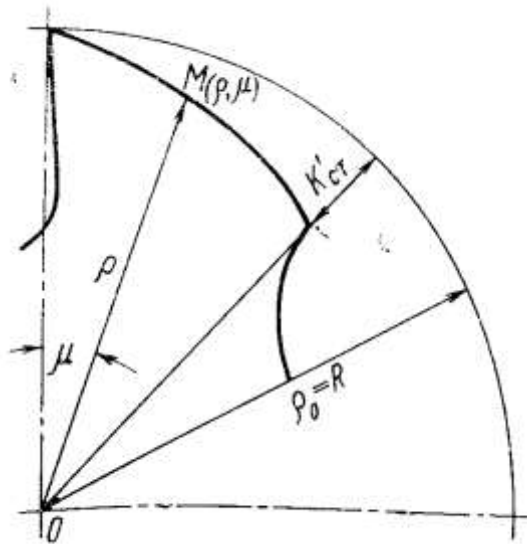


Рис.2.11 - Затилювальна крива типу IV

Таким чином величина радіус вектора ρ збільшується (або зменшується) пропорційно куту його повороту. Так як величина падіння затилку $K_{ст}$ буде являти собою різницю $K_{ст} = R - \rho$, де R – радіус мітчика, то закон зміни $K_{ст}$ по куту повороту буде аналогічним зміні величини ρ з протилежним законом. Як відомо величина $K'_{ст}$ для затилювальних кривих, виконаних по спіралі Архімеда, зв'язана заданим кутом залежністю:

$$K'_{ст} = \frac{\pi D \delta_n^\circ}{360^\circ} \operatorname{tg} \alpha_{ст},$$

(2.11)

Таким чином, будь-якому значенню $\alpha_{ст}$ у даного мітчика буде відповідати своя величина $K'_{ст}$. Відповідно при необхідності отримання малих величин $K'_{ст}$ будуть отримувати дуже малі задні кути які приведуть до збільшеного зносу. Затилювання типу IV, так як і затилювання типу II, не може бути рекомендоване при нарізанні різьб в глухих отворах.

Затилюванням V типу являється частковим випадком затилювання типу III, коли радіус затилювання $r_3 = \infty$. Виділення цього типу затилювання в самостійний викликано тим що має свої особливості, такі мітчики заточують по заднім поверхням на плоскошліфувальних верстатах.

Величина $K'_{ст}$ може бути змінена незалежно від заднього кута. Однак як це видно з рис.14, задній кут може бути змінений тільки шляхом зміни ширини пера.

При зменшенні ширини пера задній кут зменшується. В той же час при затилюванні типу III ми мали можливість в широкому діапазоні змінювати задній кут (від 0° до $\frac{\delta^\circ n}{2}$) при будь-якій ширині пера. Таким чином для зменшення заднього кута необхідно виконувати перо більш вузьким, що не є доцільним.

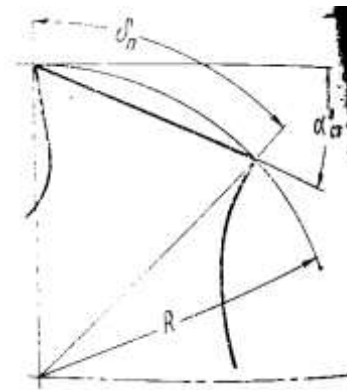


Рис.2.12 Затилювальна крива типу V

При цьому, однак, не варто забувати, що мітчики з заточкою по прямій лінії дозволяють отримати малі величини $K'_{ст}$, що важливо при нарізанні різьб в глухих отворах. Тому такий тип затилювання може бути рекомендований наряду з типом III в випадках, коли задні кути збільшених значень до 15° не являються небажаними.

Затилювання типу VI, такий тип затилювання на мітчику проводиться по принципу, який відрізняється від всіх розглянутих раніш. При утворенні затилювальної кривої використовується два рухи мітчика – обертання навколо осі і поступальний рух до круга. Наявність двох рухів дозволяє отримати цілком визначений «спад» кривої затилю. Затилювання по типу VI здійснюється на верстатах фірми Леве. Кінематична схема верстату приведена на рис.15. Мітчик встановлюється в центрі, які поміщені в бабку яка качається навколо точки D. Качання бабки здійснюється кривошипно-шатунним механізмом. Кривошип змінного радіуса r (регулює мий ексцентрик) приводиться в рух вручну за рукоятку. І мітчик разом з бабкою отримує поступальний рух, крім того, від кривошипа гітари зубчастих коліс мітчику передається обертальний рух.

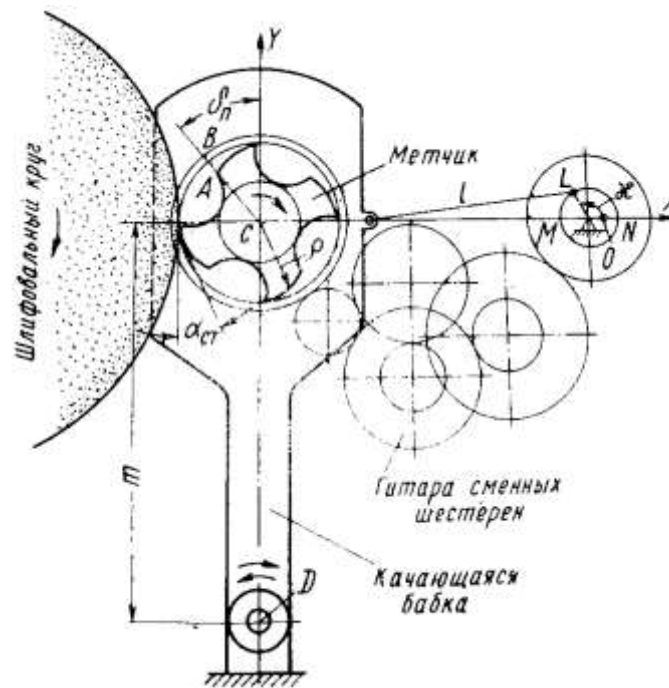


Рис.2.13 - Кінематична схема верстату фірми Леве

На верстатах фірми Леве можна замилювати мітчики з звичайною формою затилувальної кривої. Якщо ж мітчик встановити таким чином, що під час затилування кожного пера бабка, несуща мітчик, переміститься спочатку вліво, а потім вправо, то можна отримати затилувальну криву, аналогічну кривій типу III. Це досягається тим, що початок затилування здійснюється при визначеному положенні кривошипа r . В цьому випадку можуть бути отримані значення $K'_{кін}=0,02\text{мм}$ і оптимальний задній кут, тобто можуть бути затилувальні мітчики для обробки глухих отворів.

При обробці глухих отворів мітчики, затилувальні в відповідності до стандарту, мають відколи ріжучих кромek, внаслідок чого їх стійкість між переточками і сумарна стійкість значно нижче, чим у мітчиків, затилувальних по новому способу. Стійкість останніх остається однаковою як при обробці наскрізних отворів, так і при обробці глухих отворів.

Результати дослідів, а також досвід експлуатації мітчиків з малим падінням затилку на ширині пера, показують перевагу останніх при нарізанні різьб в глухих отворах. Впровадження таких мітчиків в виробництво забезпечують значний економічний ефект.

3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕСИ ТА ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ВНУТРІШНІХ РІЗЬБ

3.1. Схема впливу різних факторів на середній діаметр різьби, яка нарізується мітчиком

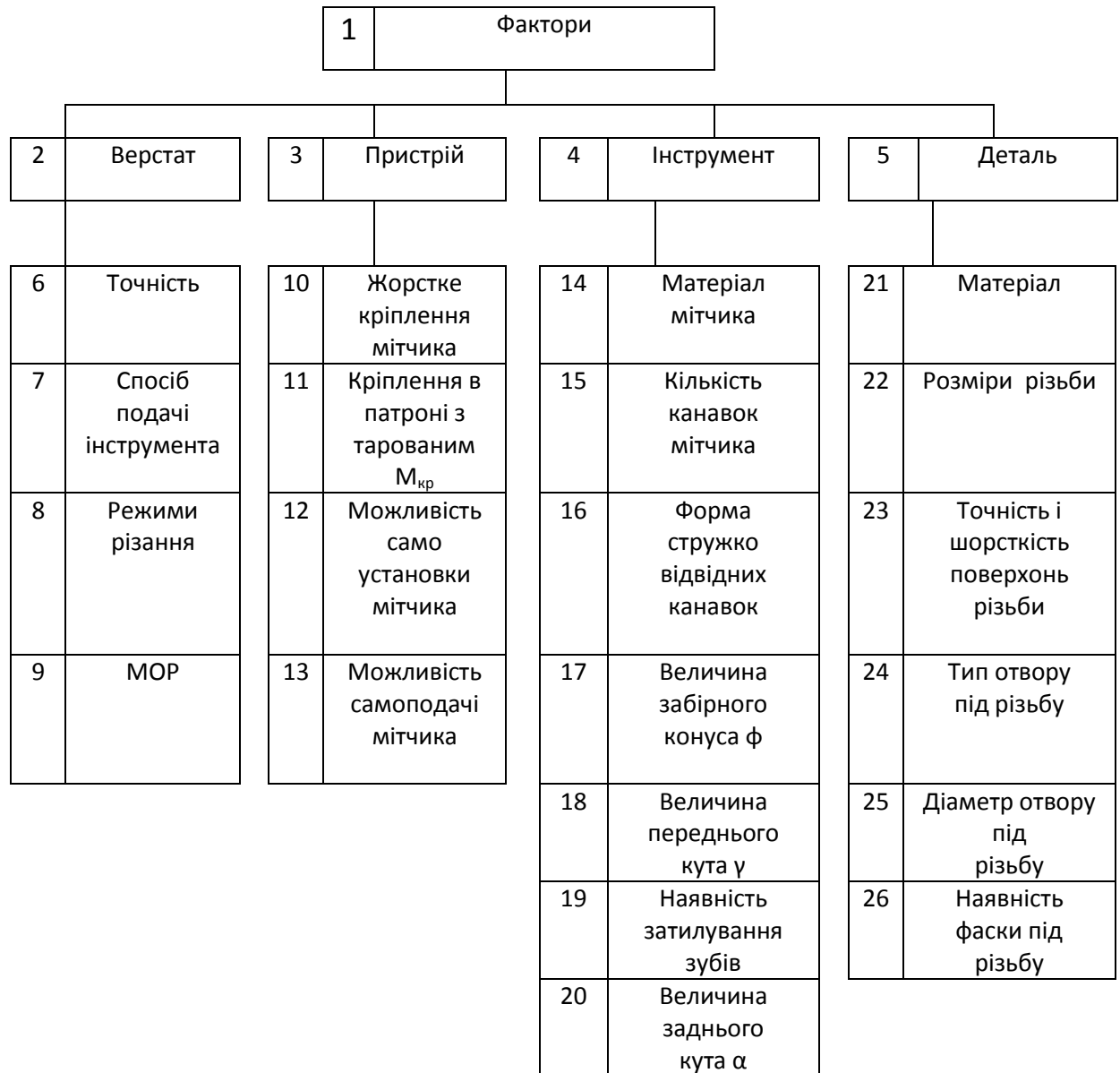
Мітчик являє собою мірний нерегульований інструмент. Розмір інструменту не може бути відрегульований по результатам пробних ходів, що створює значні труднощі при необхідності досягнення необхідної точності різьби.

Різьби широко застосовують для з'єднання деталей та вузлів. Різьбові з'єднання виконують за допомогою шпильок, болтів з зовнішньою різьбою, які вгвинчують у деталі з внутрішньою різьбою, або застосовують гайки. У корпусних деталях найчастіше застосовують різьби М6-М20 різної точності і посадок, у тому числі з гарантованим натягом. Внутрішні різьби таких розмірів найчастіше нарізають мітчиками переважно за один перехід. При цьому виникає ряд труднощів щодо забезпечення високої точності і низької шорсткості поверхонь витків, високої продуктивності і стійкості мітчиків та попередження їх поломки. [8]

На процес нарізування внутрішніх різьб впливає велика кількість факторів (1), наведених у таблиці, дію яких можна звести до аналізу відомої системи: верстат (2) – пристрій (3) – інструмент (4) – деталь (5), (ВПД). У таблиці показана спрощена схема впливу різних факторів на процес нарізування різьб мітчиками. [8]

З цієї схеми видно, що процес нарізування різьб залежить від точності (6) верстата. При нарізуванні різьб на радіально-свердлильних та інших верстатах не забезпечується висока концентричність осей просвердленого отвору і мітчика, що приводить до збільшення радіальних сил, які діють на мітчик, перекосу та викривлення осі мітчика і погіршення процесу різьбонарізання. Застосування верстатів з числовим програмованим керуванням (ЧПК) дозволяє забезпечити високу співвісність і поліпшити процес різьбоутворення.[8]

Щодо способу подачі інструмента (7), то на верстатах з ручним керуванням різьби нарізають у режимі самоподачі мітчика, що часто приводить до підрізування бокового профілю різьби та зниження її точності. [8]



На сучасних верстатах з ЧПК є можливість точної подачі інструмента на крок нарізаної різьби, тобто поліпшити її якість.[8]

Режим різання V , м/хв (8). Наявність на верстатах з ЧПК безступеневого регулювання частоти обертання шпинделя n , об/хв дозволяє призначити V з високою точністю. Швидкість різання особливо суттєво впливає на стійкість мітчиків. Установлено [1], що при нарізуванні різьб мітчиками з швидкорізальних

сталей, зростання швидкості від 2 до 20 м/хв приводить до збільшення кількості отворів, нарізаних за період стійкості. Нарізування різьб у вуглецевих конструкційних сталях з $HV \geq 197$ найкраще виконувати в діапазоні швидкостей від 8 до 20 м/хв, що приводить до зростання стійкості мітчиків за кількістю оброблених отворів до 2-х разів.[8]

Мітчики закріплюють у пристроях (3) різних конструкцій. При обробці на верстатах з невисокою точністю співпаданням осей отвору і мітчика застосовують патрони з самоцентруванням мітчика в радіальному напрямі (12). Крім того, при роботі в режимі самозатягування, мітчики закріплюють у патронах, які забезпечують самоподачу мітчика на крок нарізуваної різьби (13). У залежності від зусилля самозатягування мітчика можливе підрізування бокового профілю різьби, тобто суттєве погіршення її точності. Для поліпшення самоподачі застосовують мітчики з бочкоподібними калібруючими зубами. Для запобігання поломки мітчиків при зростанні $M_{кр}$ застосовують патрони з тарованим максимально допустимим $M_{кр}$ (11). Застосування верстатів з ЧПК поліпшує процес різьбоформування внаслідок високої точності центрування і примусової подачі мітчика на крок різьби.

Протікання процесу нарізування різьби суттєво залежить від конструкції інструмента (4). Найчастіше для малих різьб машинні мітчики виготовляють з швидкорізальних сталей Р6М5, Р6М3, Р9К5, Р18 та інш. з твердістю різальних кромek HRC 62-65. Рідше для нарізування більших різьб застосовують мітчики з твердосплавними різальними частинами з ВК8, ВК6, ВК6М, ВК10М, Т15 К6 тощо.

Кількість канавок (15) для різьб М6-М18 приймають рівною 3-4. Для кращого відведення стружки, особливо при обробці в'язких матеріалів, застосовують мітчики з гвинтовими канавками (16): ліві - для наскрізних отворів з кутом нахилу $\omega = 10^\circ$, праві – для глухих отворів з $\omega = 30^\circ$. Крім того, кількість пер впливає на товщину зрізуваної стружки. Більш детальна схема впливу різних факторів на середній діаметр різьби представлено нижче.

Процес обробки будь якої поверхні мірним інструментом можна уявити як копіювання деякого розміру інструменту на обробляючий виріб. Розглядаючи процес таким чином, неважко помітити, що форма і розміри обробляючої поверхні досягаються не тільки формою і розмірами інструменту, але й також наявністю визначених переміщень самого інструменту відносно деталі, що й забезпечує те саме копіювання розмірів.

Однак при такому копіюванні розміри виробу завжди відрізняються від вихідних розмірів інструменту. Цю величину ми назвемо різницею розбивання розмірів і позначимо літерою T . Якщо прослідкувати за розмірами декількох виробів, виконуваних один за одним, то можна замітити, що від виробу до виробу розміри змінюються, так як має місце розсіювання розмірів – ϵ . Величина розбивання і розсіювання змінюється на протязі роботи мітчика.

Величина розсіювання T являє собою різницю між розмірами мітчика і середніми розмірами в кожній вибірці з партії. Величина розсіювання ϵ виражає зону розсіювання розмірів в дві сторони від центру групування. Труднощі, які виникають при обробці точних різьб мітчиками полягають в тому, що, по перше невідома яка в даних умовах буде величина розбиття T , що ускладнює вибір необхідного середнього діаметру мітчика, і по друге, в тому, що величини розсіювання при роботі звичайними мітчиками вказує значними і переважаючими полями допусків на різьбові отвори. Конструкція мітчика для нарізання точних різьб повинна відповідати наступним вимогам :

1. Мітчик в процесі роботи повинен забезпечити визначену, мало зміну в часі величину розбиття T , яка повинна бути відома завчасно.
2. Величина розсіювання ϵ повинна бути значно менша поля допуску на різьбовий отвір.

На точність різьби, нарізаємої мітчиком, вказує вплив велика кількість факторів. До цих факторів можуть бути віднесені:

1. Середній діаметр різьби мітчика;
2. Відхилення кроків різьби мітчика від номінала;

3. Сили різання і тертя;
4. Геометрія ріжучих елементів мітчика;
5. Величина зовнішніх осьових сил;

І багато інших факторів які представлені на схемі (Рис.3.1)

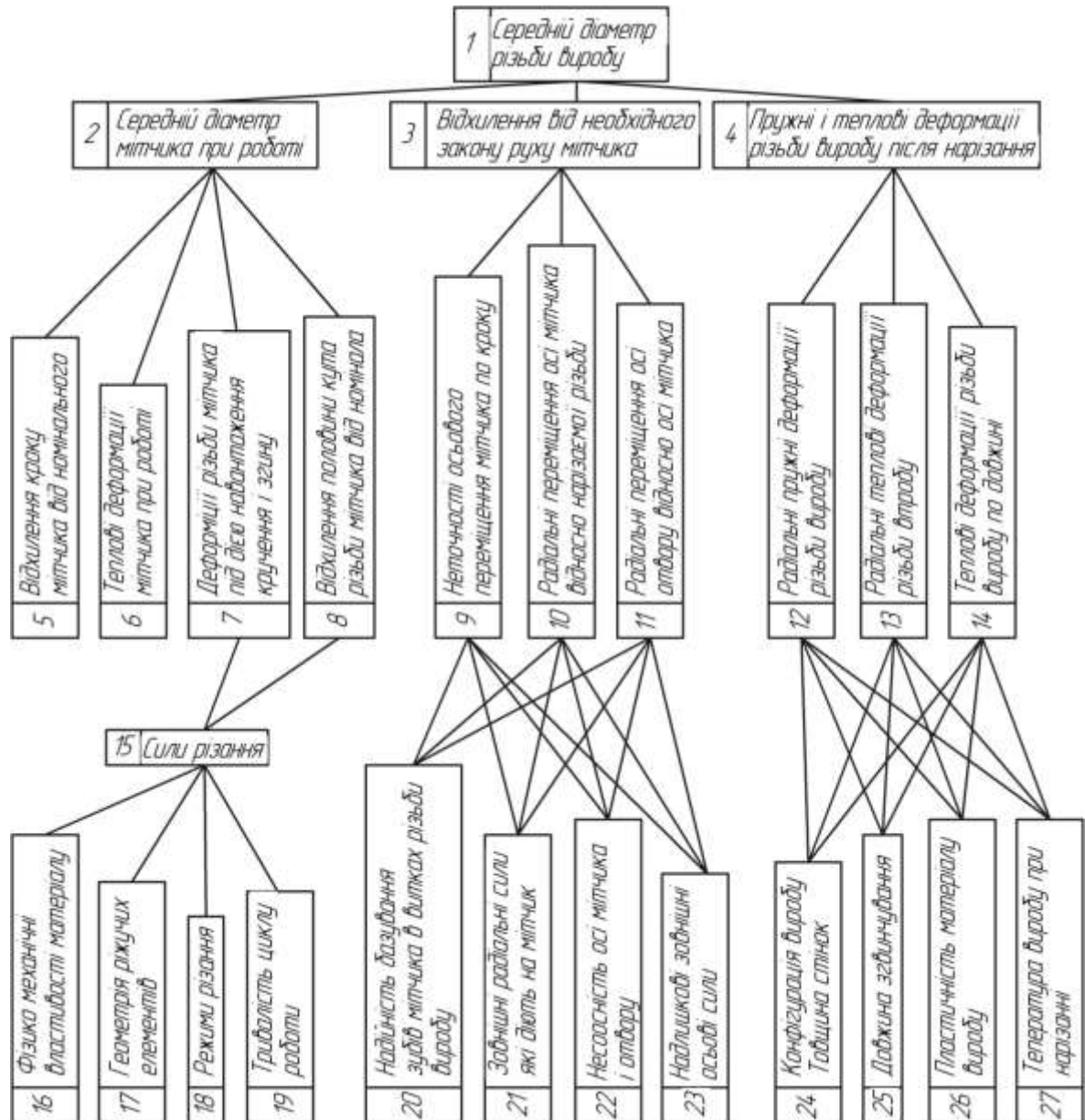


Рис.3.1 - Схема впливу різних факторів на середній діаметр різьби

Рішення задачі по точному різьбо нарізанню мітчиками може бути здійснено, якщо вийде віднайти деякі загальні фактори, число яких буде невелике – 2-3. При цьому необхідно виконувати наступні вимоги: головними факторами можуть бути тільки такі, які будуть виключати повністю можливість впливу будь яких первинних факторів на точність різьби, обминаючи самі головні фактори,

тобто їх тільки тоді можна вважати головними, колилюбий вплив системи ВПД на розміри різьби буде здійснюватись через них самих.

Проведення такого синтезу показало, що головними факторами являються:

1. Середній діаметр мітчика.
2. Величина фактичного відхилення закону руху від ідеального.
3. Пружні і теплові деформації різьби виробу після нарізання.

В більшості випадків третім фактором можна знехтувати, так як цей фактор можна усунути за допомогою мастильно охолоджувальних рідин, тому він має малий вплив. По схемі (рис. 3.1) можна прослідкувати, із яких складових складається кожний головний фактор і від яких вихідних факторів він залежить. Користуючись схемою легко прослідкувати ланцюг впливу любого вихідного фактору на розміри різьби. Особливої уваги потребує фактор (20) – надійність базування зубів мітчика в витках різьби виробу. Мітчик як ілюбий мірний інструмент являється і ріжучим інструментом, і копіром, який задає необхідний закон руху. Чим більш надійне буде базування мітчика в витках різьби, тим менше буде порушення закону руху при роботі, і точніше буде отримуватись обробляюча різьба. Для більшості матеріалів надійність базування мітчика недостатня для забезпечення точного закону руху. Виключення складають тільки загартовані сталі до $HRC \geq 35$ сталі і титанові сплави. При обробці різьби в цих матеріалах розбивання і розсіювання складає незначну величину, тобто закон руху майже не порушується. Для збільшення надійності базування зубів мітчика в витках різьби необхідно по можливості виключити контакт гострих кромek мітчика з обробляючою різьбою. Цим вимогам відповідають мітчики, які мають бочкоподібні зуби на калібрувальній частині. Ці мітчики забезпечують надійне базування і строге додержання закону руху. Досвід впровадження таких мітчиків на підприємствах показує, що ці мітчики в більшості випадків справляються з поставленою задачею. [7]

3.2. Вплив кута нахилу різальних кромок на передні кути мітчиків

Для поліпшення умов різання і видалення стружки при нарізуванні внутрішніх різьб в глухих отворах різних деталей застосовують мітчики з гвинтовими стружко відвідними канавками, які нахилені до осі мітчика під кутом ω , іноді з прямими канавками. Але наявність цього кута впливає не тільки на процес різьбо формування та відведення стружки, але і приводить до зміни передніх і задніх кутів γ і α відповідно, по довжині різальних кромок.

В основному довжина різальної частини забірного конуса мітчика l_1 залежить від робочої висоти профілю зуба H_1 (ГОСТ 9150-81), та головного кута в плані φ :

$$l_1 = \frac{d - d_1}{2 \operatorname{tg} \varphi} = \frac{H_1}{\operatorname{tg} \varphi}.$$

Для остаточного прорізування западин між витками на повну глибину, необхідно, щоб повний профіль останнього різального зуба знаходився в місці переходу забірного конуса мітчика в його калібруючу частину (переріз А-А, рис.1). В цьому перерізі зуб заточений під кутами γ та α . При цьому вершина останнього різального зуба знаходиться на рівні осі оброблюваного отвору.

Проте наявність кута нахилу ω приводить до підвищення вершин різальних зубів відносно осі отвору і для першого різального зуба на забірному конусі воно становить h (умовно при повному профілі усіх зубів забірного конуса):

$$h = l_1 \operatorname{tg} \omega.$$

Мітчики, звичайно, виконують з прямими стружковідвідними канавками, або нахиленими до осі мітчика під кутом $\omega = 10 - 20^\circ$ [2], а для в'язких матеріалів $\omega = 30 - 40^\circ$.

Зміну передніх і задніх кутів, γ і α відповідно, викликає перевищення вершин зуба на довжині l_1 в усіх різальних зубів. Ці кути найбільше змінюються у першому різальному зубі. Якщо, умовно, розглядати перо мітчика як суцільну пряму різальну кромку різця, то на першому різальному зубі передній куту буде

змінюватись на $\Delta\gamma$, а задній кут α на таку ж величину $\Delta\alpha$ але з протилежним знаком (рис. 1). Можна показати, що для умовного першого різального зуба:

$$\gamma_2 = \arcsin 2h/d.$$

Але фактично вершина першого різального зуба на передньому торці забірного конуса розміщена нижче від h_1 дорівнює h_1 :

$$\gamma_1 = \arcsin 2h_1/d_1.$$

З рис.1 виходить: $h_1 = h - H_1 \sin \gamma; \gamma_1 = \arcsin \frac{2(h - H_1 \sin \gamma)}{d_1}.$

Фактична максимальна зміна переднього кута на торці забірного конуса:

$$\Delta\gamma_1 = \gamma_1 - \gamma_2.$$

Найчастіше нарізають внутрішні різьби М8 – М20. Рекомендована довжина забірного конуса знаходиться в межах 1 – 1,5 зубів, а для глухих отворів найчастіше приймають $l_1 = (2-3) P$. Кут φ та, відповідно, довжина забірного конуса l_1 суттєво впливають на товщину зрізуваного шару a та умови різання [2] :

$$a = \frac{P}{z} \sin \varphi.$$

Товщину зрізу a рекомендується приймати для сталі - 0,02-0,05 мм, для чавуну – 0,04-0,07 мм. Кількість канавок з мітчиків приймають найчастіше рівною $z = 3$ для різьб до М16 і $z = 4$ для крупніших різьб. Тобто кількість різальних зубів рекомендується в межах 6-12 у залежності від діаметра різьби, кількості канавок, кроку різьби та інших факторів.

В роботі досліджувалась геометрія мітчиків виходячи з наведених рекомендацій з такими параметрами: різьби – М8, М12, М16, М20; γ – $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$; ω – $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$; z – 3 та 4 канавки; l_1 – $3 P$ (кількість різальних зубів - 9-12).

Результати досліджень наведені в табл. 1 та на рис. 2. З табл. 1 видно, що передні кути γ_2 в уявній вершині першого зуба забірний конуса мітчика в досліджуваних межах завжди додатні і при зростанні ω від 0° до 20° поступово збільшуються від 0° до $15^\circ 50'$. Але передні кути γ_1 фактичній западині того ж першого зуба суттєво залежать від кута заточки мітчика γ і можуть мати від'ємні

значення при невеликих значеннях ω (від $\gamma_1 = -3^0 1'$) і додатні ($\gamma_1 = 24^0 15'$) при великих.

З рис. 2 виходить, що різниця $\Delta\gamma_1 = \gamma_1 - \gamma_2$ може мати як від'ємні, так і додатні значення. Від'ємні значення $\Delta\gamma_1$ означають, що фактичні значення передніх кутів на рівні западини першого різального зуба зменшуються на указану величину, а додатні, що збільшуються на відповідну величину.

Ця різниця $\Delta\gamma_1$ суттєво залежить від кута ω і для крайніх значень ω може зростати від $-3^0 1'$ (для М8, $\gamma = 15^0$ і $\omega = 0^0$) до $4^0 18'$ (для М8, $\gamma = 0^0$ і $\omega = 20^0$). Зі зростанням діаметра різьби ця різниця дещо зменшується і змінюється від $-2^0 19'$ (для М20, $\gamma = 15^0$ і $\omega = 0^0$) до $2^0 34'$ (М20, $\gamma = 0^0$ і $\omega = 20^0$). Тобто для мітчиків М8 ця різниця становить, приблизно, 7^0 , а для мітчиків М20 – $4^0 50'$. Зі зростанням переднього кута γ від 0^0 до 15^0 значення $\Delta\gamma_1$ пропорційно зменшуються як для М8, так і для М20. Ці зміни прямо залежні від кута ω (прямі паралельні).

При виготовленні мітчиків необхідно враховувати розглянуті зміни передніх кутів мітчиків і, відповідно, задніх кутів у залежності від розглянутих параметрів.

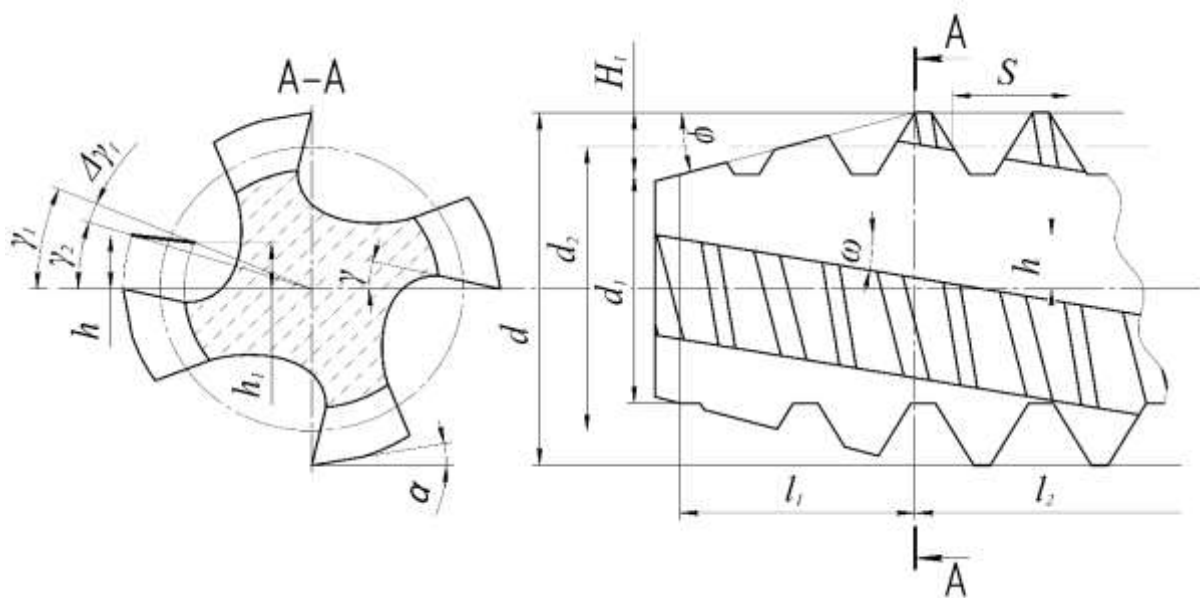


Рис. 3.2 - Геометричні параметри забірнього конуса мітчика

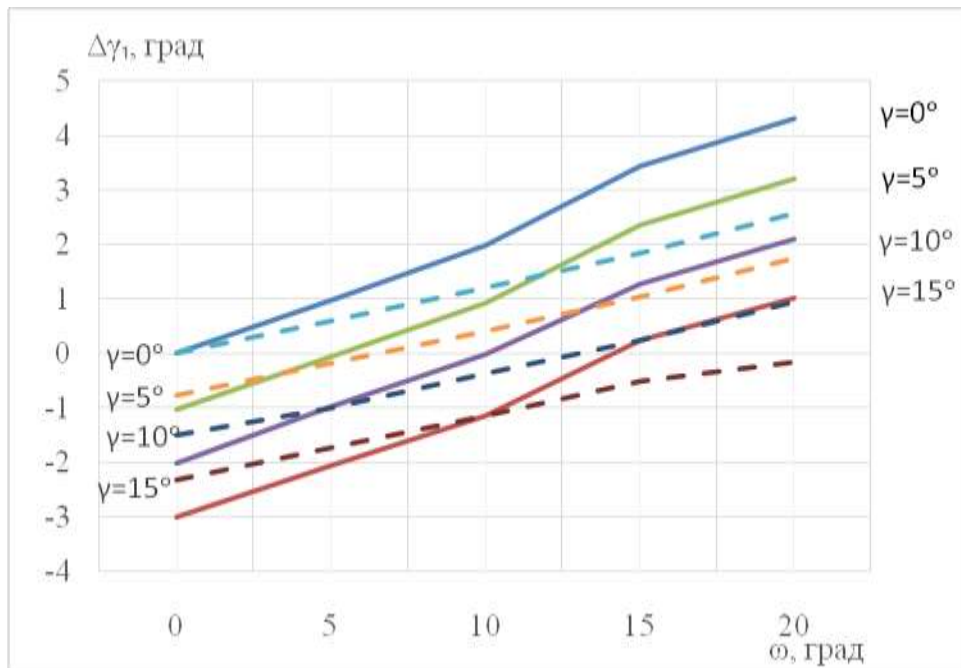


Рис. 3.3 - Залежність зміни передніх кутів мітчиків $\Delta\gamma_1$ від параметрів заточки мітчиків та їх діаметрів (« ————— » - для М8; « - - - - - » - для М20)

3.3. Залежність передніх кутів різальної частини мітчиків від параметрів заточки

Найчастіше для нарізування внутрішніх різьб застосовують мітчики. Мітчик має забірну різальну частину l_1 (рис. 1), нахилену під кутом φ , яка, в основному, впливає на товщину зрізуваного шару a , сили різання, якість різьби тощо. Величину φ приймають з розрахунку, що товщина зрізуваного шару металу повинна знаходитись в межах 0,02 – 0,2 мм. Для утворення різальних кромek мітчики прорізані найчастіше 3 – 4-ма осьовими канавками, які також призначені для розміщення та видалення стружки. Найчастіше ці канавки виконують прямими, але при нарізуванні відносно довгих різьб їх виконують гвинтовими для кращого відведення стружки з оброблюваного отвору: з правим направленням канавок при нарізуванні різьби в глухих отворах і з лівим – в наскрізних.

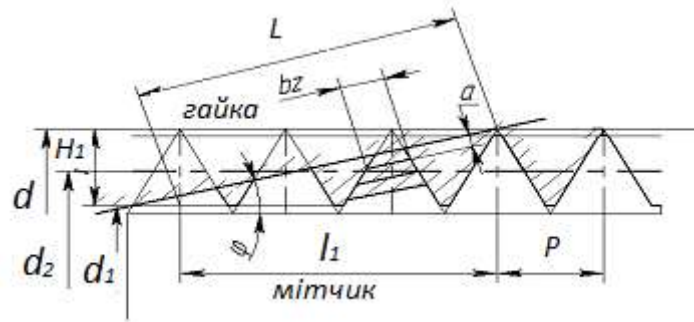


Рис. 3.4 - Схема різання забірним конусом мітчика

Зуби мітчиків заточують під переднім кутом $\gamma = 0 - 15^\circ$ та заднім $\alpha = 5 - 12^\circ$ для забезпечення нормальних умов різання у залежності від оброблюваного матеріалу, точності і шорсткості різьби тощо. Зуби мітчиків затилюють по зовнішньому діаметру, а точних шліфованих і по боковому профілю.

Певні труднощі виникають при нарізуванні різьб в глухих отворах, особливо у в'язких сплавах. При цьому кут ω нахилу канавок мітчика становить $10 - 20^\circ$, а іноді $30 - 40^\circ$. Але наявність кута ω приводить до підвищення різальних кромки на торці різальної частини [1] відносно їх розміщення в місці переходу різальної частини в калібруючу. Це приводить до зміни значень кутів γ та α на передньому торці мітчика. Характер цих змін ускладнюється наявністю кута γ , що приводить до збільшення або зменшення фактичних кутів різання γ та α по довжині забірного конуса і досягає максимальної величини на передньому торці мітчика.

Дослідження проводились при таких умовах: різьби – М8, М12, М16, М20; $\gamma = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$; $\omega = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$; $z = 3$ та 4 канавки; $l_1 = 3 P$ (кількість різальних зубів - 9-12).

Результати досліджень наведені в табл. 1. В цій таблиці у залежності від різних факторів наведені значення $\Delta\gamma = \gamma_2 - \gamma$, що умовно характеризує фактичну зміну передніх кутів заточки мітчика на вершині першого уявного різального зуба в результаті підвищення умовної вершини зуба на h внаслідок дії кута ω . Незважаючи на додатні значення кута γ_2 при всіх значеннях γ , ω та діаметра різьби [1], значення кута γ_1 теж додатні (за винятком кутів γ_1 при $\omega = 0^\circ$). Але величина цих кутів різна і різниця значень цих кутів $\Delta\gamma$ може приймати як від'ємне, так і

додатне значення. При цьому зі зростанням кута γ та діаметра різьби від'ємна різниця зростає.

Але по довжині різальних кромок на зміну передніх кутів $\Delta\gamma_1$ впливає різниця між γ_1 та γ_2 : $\Delta\gamma_1 = \gamma_1 - \gamma_2$. При від'ємному значенні $\Delta\gamma_1$ фактичні передні кути різання зменшуються на цю величину, а при додатньому – збільшуються. На таку ж величину, але з протилежним знаком, змінюються задні кути.

Фактичні передні кути у западині першого різального зуба в залежності від кута ω зменшуються $\Delta\gamma_1 = -3^0 1'$ (для $\omega = 0^0$, $\gamma = 15^0$, М8) і зростають до $\Delta\gamma_1 = 4^0 18'$ (для $\omega = 20^0$, $\gamma = 0^0$, М8). Проміжні значення $\Delta\gamma_1$ для досліджених параметрів мітчиків знаходяться між цими крайніми. Тобто зміна $\Delta\gamma_1$ у досліджених межах становить $\sim 7^0$ і є найбільшою для М8 і найменшою для М20 – $2^0 30'$.

На рис. 3.3 показано вплив переднього кута заточки γ на $\Delta\gamma_1$. Зі зростанням кута γ різниця у більшості випадків додатня, тобто приводить, переважно, до збільшення фактичних передніх кутів різання за винятком $\omega = 0^0$ та $\omega = 5^0$ (при $\gamma = 10 - 15^0$). Така тенденція спостерігається для різьби М20 та проміжних (М12, М16). Вплив кута γ на $\Delta\gamma_1$, без врахування впливу ω , становить, приблизно, 3^0 для М8 та $2^0 20'$ для М20. Тобто зі збільшенням діаметра мітчика різниця $\Delta\gamma_1$ зменшується.

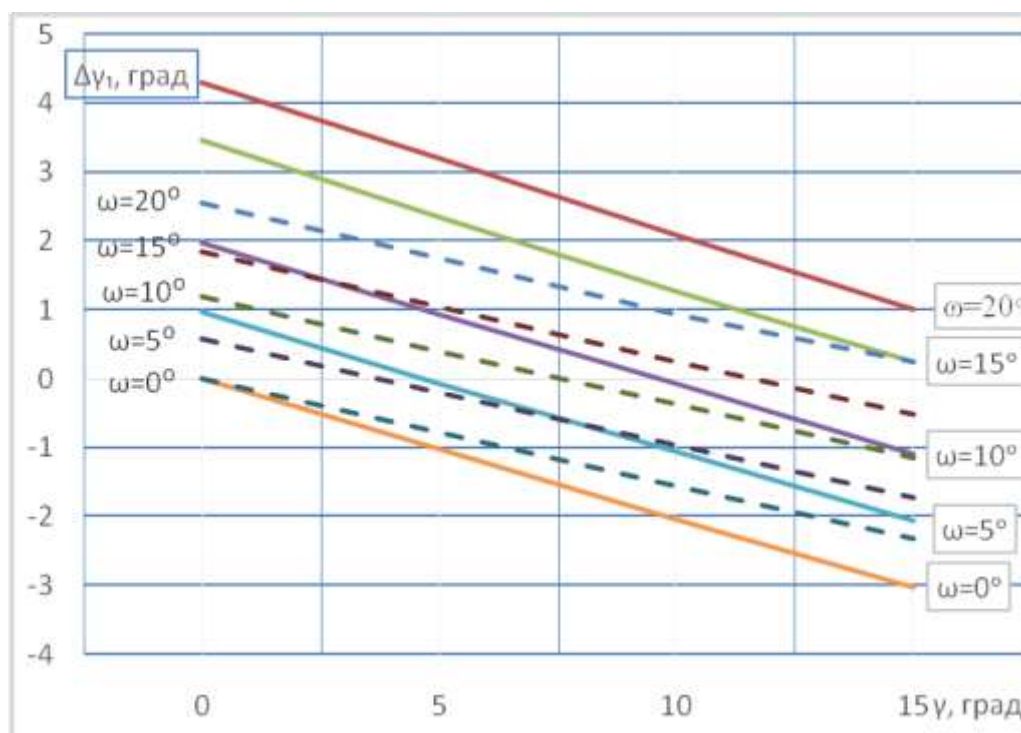


Рис. 3.5 - Вплив переднього кута заточки γ на зміну $\Delta\gamma_I$ дійсних передніх кутів різання мітчиків (« _____ » - для M8; « - - - - - » - для M20)

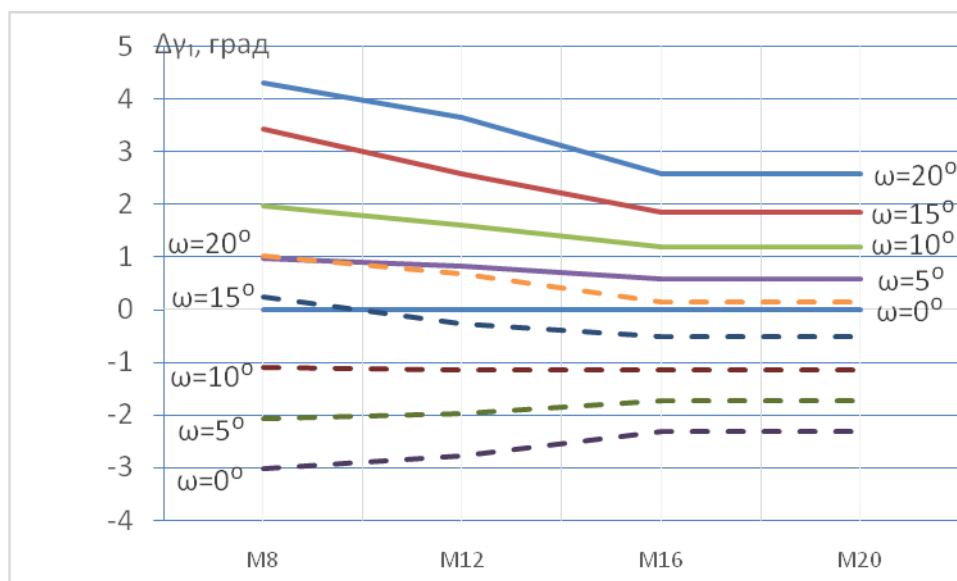


Рис.3.6 - Вплив діаметра різьби та кутів нахилу канавок ω на $\Delta\gamma_I$ (« _____ » - для $\gamma = 0^\circ$; « - - - - - » - для $\gamma = 15^\circ$)

На рис.3.6 показана залежність $\Delta\gamma_I$ від діаметра різьби при різних кутах ω та $\gamma = 0^\circ$ і 15° . Зі збільшенням діаметра різьби, при однакових ω та γ межі крайніх значень $\Delta\gamma_I$ дещо зменшуються (приблизно, на $1^\circ 50'$ для $\omega = 20^\circ$, $\gamma = 0^\circ$ і додатніх

значеннях $\Delta\gamma_I$, та на $0^0 40'$ для $\omega = 0^0$, $\gamma = 15^0$ при від'ємних значеннях $\Delta\gamma_I$). При $\omega = 0^0$, $\gamma = 0^0$ значення $\Delta\gamma_I = 0$ для усіх діаметрів різьб.

Досліди показали, що для різьб М16 та М20 усі значення γ, γ_I та γ_2 однакові при різних ω та γ . Це можна пояснити однаковим відношенням кроку P та діаметра d різьби:

Різьба	М8	М12	М16	М20
P/d	1,563	1,458	1,250	1,250

З рис. 3 також видно, що для усіх мітчиків з $\gamma = 0^0$ та в межах $\omega = 0^0 - 20^0$, різниця $\Delta\gamma_I$ додатня, тобто приводить до зростання передніх кутів на відповідну величину. Але для мітчиків з $\gamma = 15^0$ різниця $\Delta\gamma_I$ від'ємна, тобто зменшує передні кути різання. Таким чином передні кути заточки мітчиків γ значно більше впливають на зміну $\Delta\gamma_I$ фактичних передніх кутів різання ніж діаметр різьби.

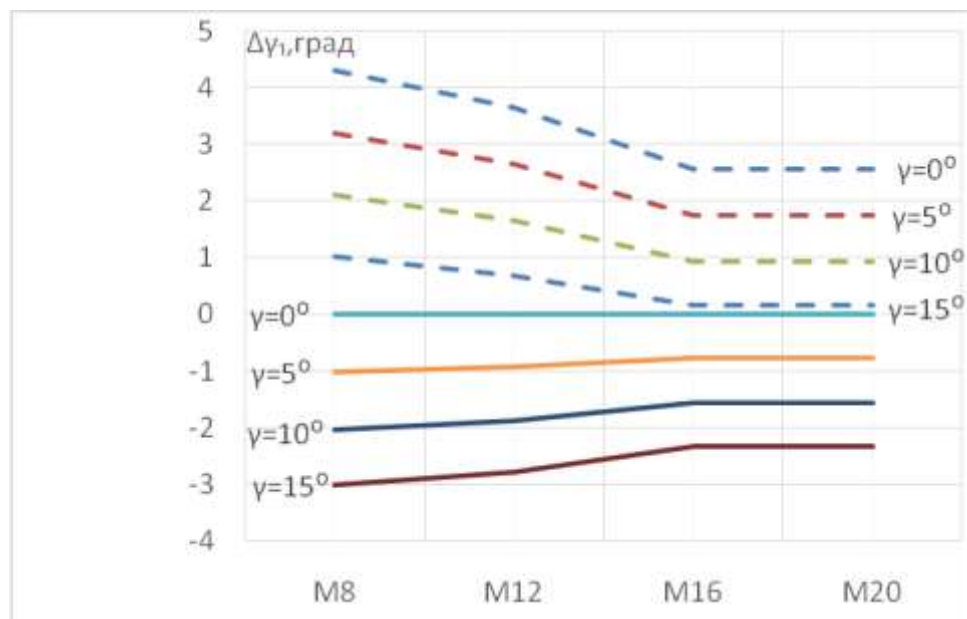


Рис.3.7 Вплив діаметра різьби та кутів заточки γ на $\Delta\gamma_I$
(« _____ » - для $\omega = 0^0$; « - - - - - » - для $\omega = 20^0$)

На рис. 3.7 показана залежність $\Delta\gamma_I$ від діаметра різьби при різних кутах γ заточки мітчиків для $\omega = 0^0$ та $\omega = 20^0$. З цього рисунка видно, що зі зростанням γ від 0^0 до 15^0 різниця $\Delta\gamma_I$ зменшується, приблизно, від $4^0 18'$ та $2^0 34'$ до 0^0 , відповідно для різьб М8 – М20 при $\omega = 20^0$, і від -3^0 та $-2^0 19'$ до 0^0 при $\omega = 0^0$. При виготовленні мітчиків для поліпшення умов різьбо нарізання очевидно що

необхідно враховувати зміни дійсних передніх кутів різання при різних кутах заточки γ , кутах нахилу канавок ω та діаметрах різьби.

4.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Результати дослідів проведених в даній роботі можна використати на прикладі виготовлення деталі «Корпус» яка зображена на рис.4.1. Дана деталь має 12 глухих різьбових отворів М12-7Н, 28 глухих різьбових отворів М8-7Н та один наскрізний отвір М16-7Н. Для оброблення цих отворів використовуються машинні мітчики. За результатами досліджень рекомендовано використовувати мітчики з такими геометричними параметрами:

Глухі різьбові отвори рекомендовано нарізати мітчиками з гвинтовими канавками з кутом підйому $\omega=20^\circ$, при нарізанні різьби в сталі низької твердості рекомендується приймати такі значення кутів - $\gamma=10^\circ$, $\alpha=5^\circ$ але такі значення не завжди забезпечують потрібну точність нарізаємої різьби тому передній кут необхідно робити з такими поправками: для різьби М8 $\Delta\gamma_1=2^\circ 6'$; для різьби М12 $\Delta\gamma_1=1^\circ 39'$; так як різьбовий отвір М16 наскрізний то значення кута α рекомендується прийняти 10° а $\Delta\gamma_1=-1^\circ 33'$.

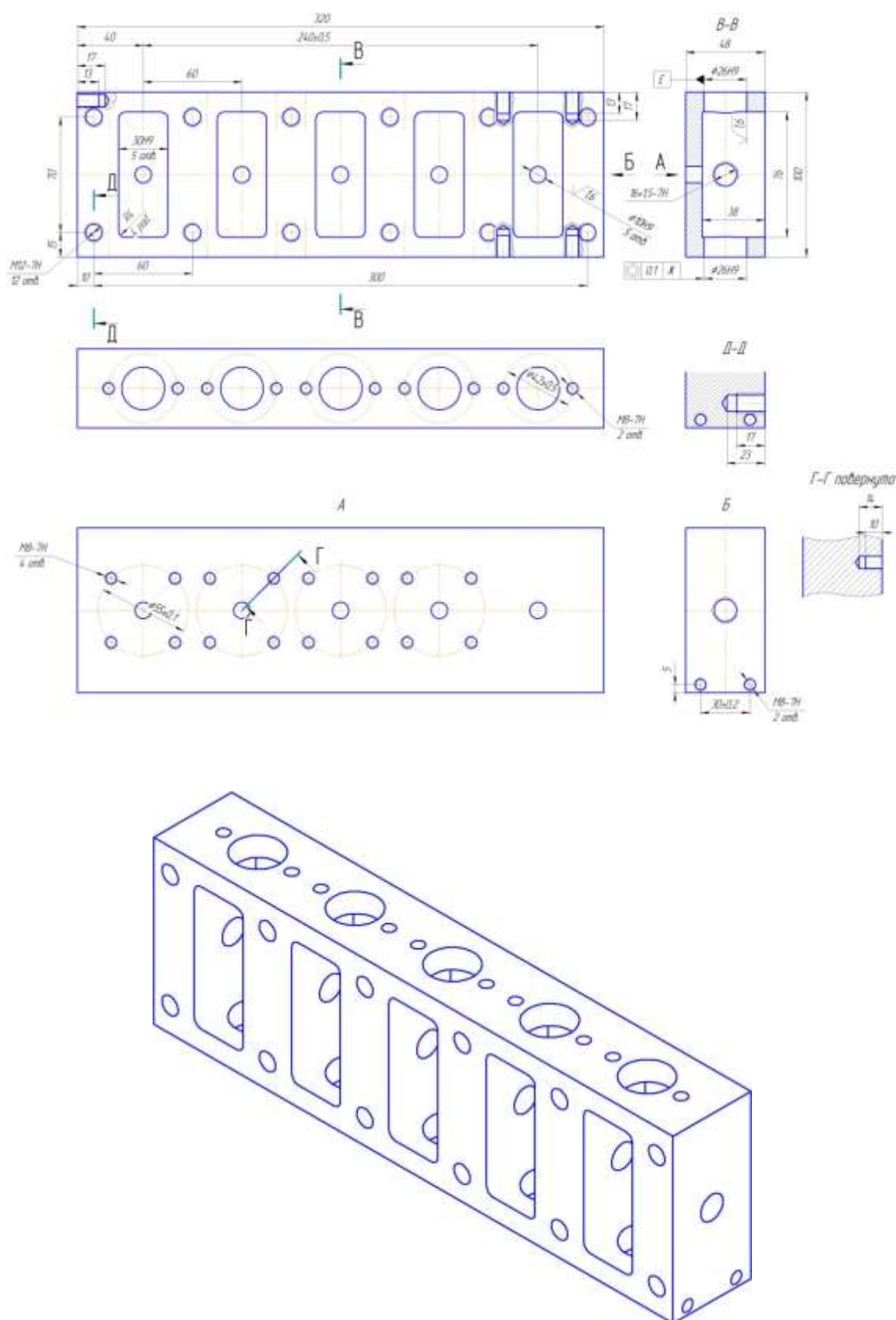


Рис.4.1 – Кресленик та 3Д модель деталі «корпус»

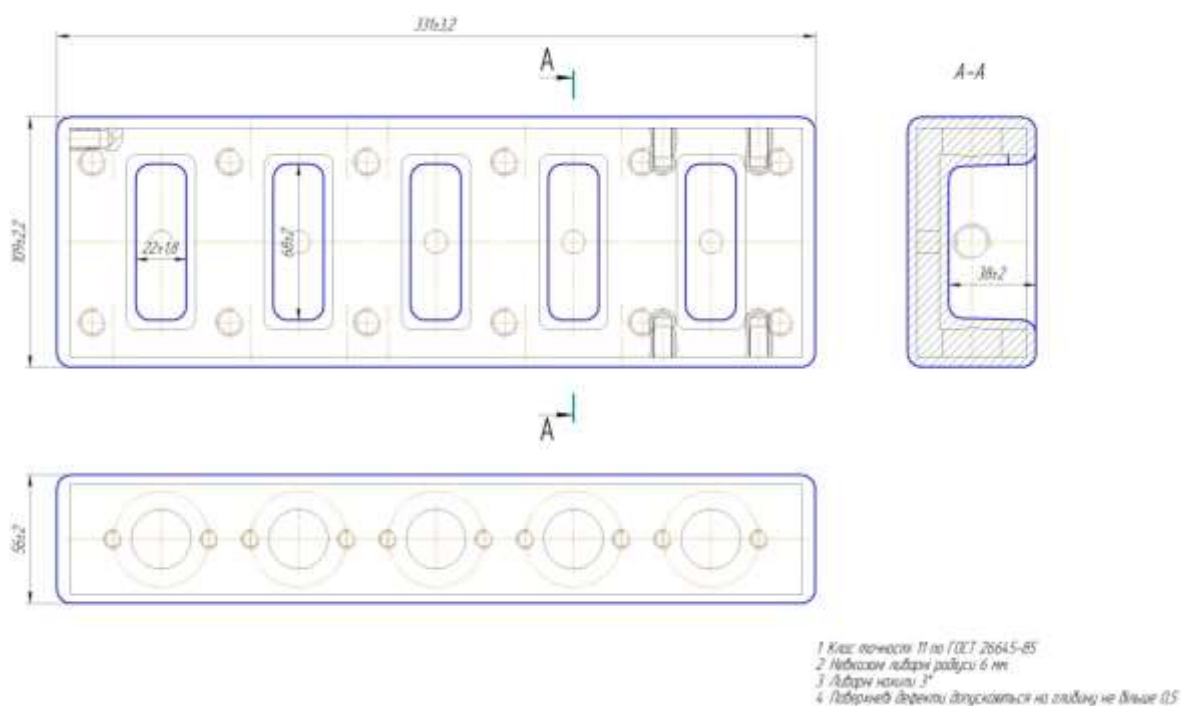


Рис. 4.2 – Кресленик заготовки деталі «Корпус»

Висновки

Фактичні передні та задні кути мітчиків суттєво змінюються по довжині забірного конуса і залежать від кута нахилу ω , кута заточки γ та діаметра різьби. Це необхідно враховувати при виготовленні мітчиків.

Найбільший вплив на зміну $\Delta\gamma$, дійсних передніх та задніх кутів різання мітчиків мають передні кути заточки γ та кути нахилу канавок мітчиків ω .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романов К.Ф. Состояние и перспективы централизованного производства резьбообразующего инструмента. Москва 1968
2. Рывкина Г.М. Резьбообразующий инструмент. Москва 1968
3. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб. М.:Машиностроение 1968
4. Меньшаков В.М., Урлапов Г.П., Середа В.С. Бесстружечные метчики. М.:Машиностроение 1976
5. Рыжов Э.В., Андрейчиков О.С., Стешков А.Е. Раскатывание резьб М.:Машиностроение 1974
6. Морозов В.В., Ямников А.С., Бобров В.Ф. Исследования в области технологии образования наружных и внутренних резьб резьбообразующих инструментов, станков и методов контроля резьб. Тула-1974
7. Романова К.Ф. Резьбообразующий инструмент. Москва – 1968
8. Материали за XIV международна научна практична конференция, бъдащето въпроси от света на науката -2018
9. Аршинов В.А. Резания металов и режущий инструмент М.:Машиностроение 1975

ДОДАТОК 1

Вплив параметрів заточки забірного конуса мітчика на значення передніх кутів γ_1 та γ_2

Різьба	P , мм	H_l , мм	l_l , мм	φ	γ , град	$\omega = 0^0$			$\omega = 5^0$			$\omega = 10^0$			$\omega = 15^0$			$\omega = 20^0$		
						h , мм	γ_2 , град	γ_1	h , мм	γ_2	γ_1	h , мм	γ_2	γ_1	h , мм	γ_2	γ_1	h , мм	γ_2	γ_1
М8	1,25	0,68	3,75	$10^0 17'$	0	0	0	0^0	0,33	$4^0 42'$	$5^0 40'$	0,6	$9^0 30'$	$11^0 28'$	1,1	$16^0 13'$	$19^0 38'$	1,3	$19^0 57'$	$24^0 15'$
					5			$-1^0 1'$			$4^0 38'$			$10^0 26'$			$18^0 34'$			$23^0 9'$
					10			$-2^0 2'$			$3^0 38'$			$9^0 25'$			$17^0 30'$			$22^0 3'$
					15			$-3^0 3'$			$2^0 38'$			$8^0 24'$			$16^0 28'$			$20^0 58'$
М12	1,75	0,95	5,25	$10^0 17'$	0	0	0	0^0	0,46	$4^0 23'$	$5^0 13'$	0,9	$8^0 53'$	$10^0 33'$	1,4	$13^0 33'$	$16^0 8'$	1,9	$18^0 34'$	$22^0 13'$
					5			$-0^0 56'$			$4^0 16'$			$9^0 36'$			$15^0 11'$			$21^0 13'$
					10			$-1^0 52'$			$3^0 20'$			$8^0 40'$			$14^0 13'$			$20^0 13'$
					15			$-2^0 47'$			$2^0 25'$			$7^0 44'$			$13^0 17'$			$19^0 15'$
М16	2	1,08	6	$10^0 17'$	0	0	0	0^0	0,52	$3^0 46'$	$4^0 21'$	1,0	$7^0 36'$	$8^0 48'$	1,6	$11^0 35'$	$13^0 26'$	2,1	$15^0 50'$	$18^0 24'$
					5			$-0^0 47'$			$3^0 34'$			$8^0 0'$			$12^0 38'$			$17^0 35'$
					10			$-1^0 33'$			$2^0 48'$			$7^0 14'$			$11^0 50'$			$16^0 46'$
					15			$-2^0 19'$			$2^0 2'$			$6^0 27'$			$11^0 4'$			$15^0 59'$
М20	2,5	1,35	7,5	$10^0 17'$	0	0	0	0^0	0,66	$3^0 46'$	$4^0 21'$	1,3	$7^0 36'$	$8^0 48'$	2,0	$11^0 35'$	$13^0 26'$	2,7	$15^0 50'$	$18^0 24'$
					5			$-0^0 47'$			$3^0 34'$			$8^0 0'$			$12^0 38'$			$17^0 35'$
					10			$-1^0 33'$			$2^0 48'$			$7^0 14'$			$11^0 50'$			$16^0 46'$
					15			$-2^0 19'$			$2^0 2'$			$6^0 27'$			$11^0 4'$			$15^0 59'$

ДОДАТОК 2

Таблиця Влив різних факторів на зміну $\Delta\gamma_1$ передніх кутів мітчиків

Різьба	P , мм	H , мм	l_1 , мм	φ	γ , град	a , мм		$\omega = 0^0$		$\omega = 5^0$		$\omega = 10^0$		$\omega = 15^0$		$\omega = 20^0$	
						$z = 3$	$z = 4$	h , мм	$\Delta\gamma_1$	h , мм	$\Delta\gamma_1$	h , мм	$\Delta\gamma_1$	h , мм	$\Delta\gamma_1$	h , мм	$\Delta\gamma_1$
М8	1,25	0,677	3,75	$10^0 17'$	0	0,075	0,056	0	0	0,328	$0^0 58'$	0,661	$1^0 58'$	1,117	$3^0 25'$	1,365	$4^0 18'$
					5				$-1^0 1'$		$-0^0 4'$		$0^0 56'$		$2^0 21'$		$3^0 12'$
					10				$-2^0 2'$		$-1^0 4'$		$-0^0 5'$		$1^0 17'$		$2^0 6'$
					15				$-3^0 1'$		$-2^0 4'$		$-1^0 6'$		$0^0 15'$		$1^0 1'$
М12	1,75	0,947	5,25	$10^0 17'$	0	0,104	0,078	0	0	0,459	$0^0 50'$	0,926	$1^0 37'$	1,406	$2^0 35'$	1,911	$3^0 39'$
					5				$-0^0 56'$		$-0^0 7'$		$1^0 43'$		$1^0 38'$		$2^0 39'$
					10				$-1^0 52'$		$-1^0 3'$		$-0^0 13'$		$0^0 40'$		$1^0 39'$
					15				$-2^0 47'$		$-1^0 58'$		$-1^0 9'$		$-0^0 16'$		$0^0 41'$
М16	2	1,082	6	$10^0 17'$	0	0,119	0,089	0	0	0,525	$0^0 35'$	1,058	$1^0 12'$	1,607	$1^0 51'$	2,184	$2^0 34'$
					5				$-0^0 47'$		$-0^0 12'$		$0^0 24'$		$1^0 3'$		$1^0 45'$
					10				$-1^0 33'$		$-0^0 58'$		$-0^0 22'$		$0^0 15'$		$0^0 56'$
					15				$-2^0 19'$		$-1^0 44'$		$-1^0 9'$		$-0^0 31'$		$0^0 9'$
М20	2,5	1,353	7,5	$10^0 17'$	0	0,149	0,112	0	0	0,656	$0^0 35'$	1,322	$1^0 12'$	2,009	$1^0 51'$	2,730	$2^0 34'$
					5				$-0^0 47'$		$-0^0 12'$		$0^0 24'$		$1^0 3'$		$1^0 45'$
					10				$-1^0 33'$		$-0^0 58'$		$-0^0 22'$		$0^0 15'$		$0^0 56'$
					15				$-2^0 19'$		$-1^0 44'$		$-1^0 9'$		$-0^0 31'$		$0^0 9'$